This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

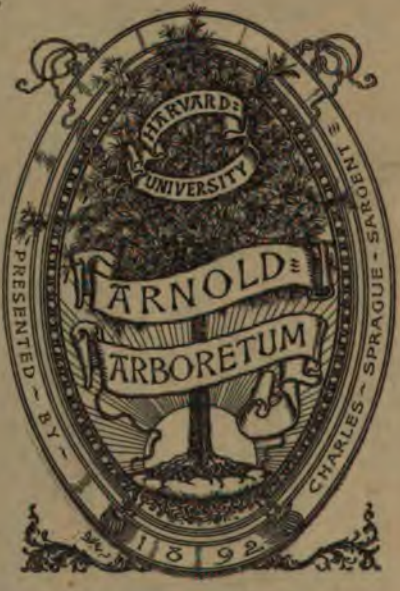
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

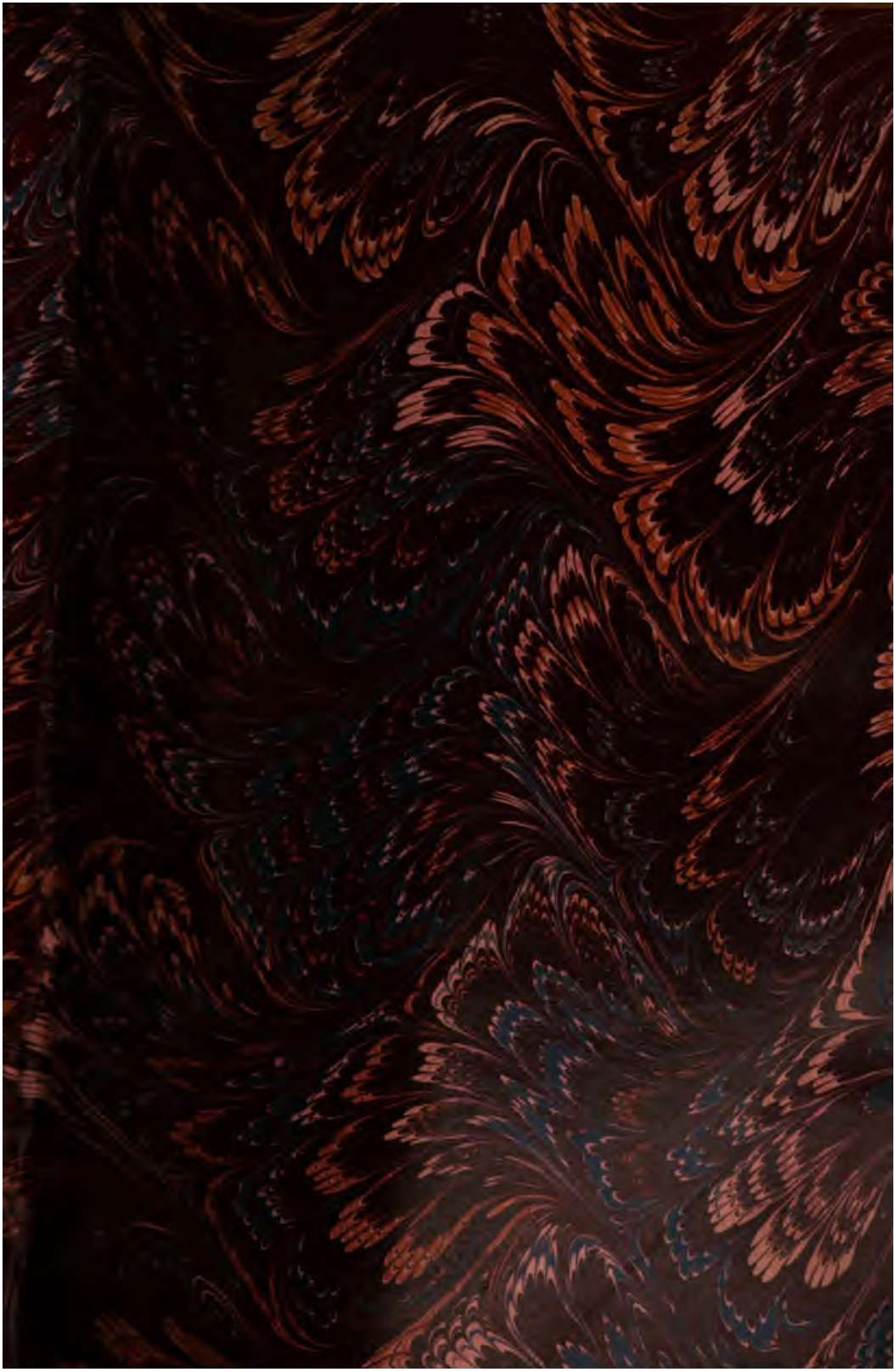
T f&df
D39
t2

JP



DEPOSITED AT THE
HARVARD FOREST
1941

RETURNED TO J. P.
MARCH, 1962



TRAITÉ PRATIQUE

DU

REBOISEMENT

ET DU GAZONNEMENT

DES MONTAGNES

PARIS

TYPOGRAPHIE GEORGES CHAMEROT

19, RUE DES SAINTS-PÈRES, 19

TRAITÉ PRATIQUE

DU

REBOISEMENT

ET DU GAZONNEMENT

DES MONTAGNES

PAR

Prosper P. DEMONTZEY

Conservateur des Forêts

PUBLIÉ SOUS LES AUSPICES DES MINISTÈRES DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS

DEUXIÈME ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE

Ornée de 105 Gravures

> Il n'est pas dans la nature de petits moyens, ou plutôt l'action de la nature ne résulte que de l'accumulation de petits moyens. L'homme peut donc agir à son tour, puisque ces petits moyens sont à sa portée et que son intelligence lui permet d'en apprécier les effets.
>
> (VIOLLET-LE-DUC, *le Massif du Mont-Blanc.*)

PARIS

J. ROTHSCHILD, ÉDITEUR

13, RUE DES SAINTS-PÈRES, 13

1882

Droits réservés

AVERTISSEMENT

DE LA DEUXIÈME ÉDITION

L'*Étude sur les travaux de Reboisement et de Gazonnement des Montagnes* a été publiée en 1878 sous le haut patronage de M. Tirard, Ministre de l'Agriculture et du Commerce, suivant le désir de l'Administration des Forêts, représentée par M. Cyprien Girerd, Sous-Secrétaire d'État, Président de son Conseil.

Dès la première année de sa publication, faite par l'Imprimerie nationale, et, par suite, réservée à un public restreint et spécial, de nombreuses invitations à produire une édition populaire me furent adressées, et plusieurs Conseils généraux formulèrent auprès de l'Administration des forêts une demande analogue.

Quelque peu ébranlé par d'aussi flatteuses sollici-

tations, je me décidai à entreprendre cette seconde édition destinée au public lorsqu'il me fut donné de prendre connaissance du compte rendu présenté à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce par M. Cyprien Girerd, Sous-Secrétaire d'État, concernant les travaux exécutés en 1876, 1877 et 1878 par l'Administration des Forêts pour le reboisement et le gazonnement des montagnes.

Je ne peux mieux justifier mon entreprise qu'en plaçant en tête de cette nouvelle édition le dernier chapitre de cet important rapport que M. le Sous-Secrétaire d'État, dans sa haute et constante bienveillance pour les travaux de reboisement, a bien voulu m'autoriser à extraire et à reproduire *in extenso :*

CHAPITRE VII

« Je ne terminerai pas ce rapport, Monsieur le Ministre, sans rappeler les deux faits principaux qui, dans la période de 1876 à 1878, ont plus particulièrement attiré l'attention générale sur l'œuvre de restauration confiée au service des forêts ; je veux parler de la publication de l'*Etude sur le reboisement des montagnes*, par M. Demontzey, Conservateur des Forêts à Aix, et de l'Exposition universelle de 1878, où la démonstration des méthodes employées et des résultats obtenus a été faite de la façon la plus saisissante dans l'exposition spéciale de l'administration des forêts.

« L'application des lois du 28 juillet 1860 et du 8 juin 1864 posait, en France, un problème nouveau, très complexe et

sans précédent connu. Pour le résoudre, le service des forêts a dû tout créer, et ce n'est qu'après une longue série d'efforts, d'études et de recherches que les méthodes ont pu s'établir avec certitude.

« Désireuse de consacrer et de fixer les résultats de l'expérience ainsi acquise, l'Administration des forêts mit au concours en 1875, entre ses agents, la préparation d'un *Traité pratique de reboisement et de gazonnement des montagnes*. C'est dans ce concours que l'étude de M. Demontzey fut classée en première ligne par la commission chargée, en 1877, de juger les mémoires adressés à l'Administration.

« Cet ouvrage, remarquable à tous égards, fut publié en 1878, aux frais de l'Administration, par l'Imprimerie nationale, et distribué aux bibliothèques du Sénat et de la Chambre des députés, du Conseil d'État, des différents Ministères, des conseils généraux et des principales villes des régions montagneuses; aux bibliothèques publiques, aux gouvernements étrangers, etc., etc. Les autres exemplaires ont été envoyés aux agents forestiers pour être déposés dans leurs archives.

« La vulgarisation des méthodes et des travaux décrits par M. Demontzey avec la compétence la plus complète a déjà produit des résultats appréciables dans les propositions de travaux soumises, en 1879, à l'Administration; il n'est point douteux qu'elle n'amène, à bref délai, dans cette branche importante du service, toute l'uniformité et l'unité désirables.

« Les nombreuses et pressantes demandes d'exemplaires de l'*Étude sur le reboisement des montagnes* qui ont été adressées à l'Administration par les ingénieurs et les forestiers étrangers les plus distingués, et la traduction en langue allemande qui vient d'être publiée à Vienne par le savant professeur Baron de Seckendorff, directeur de la station des essais forestiers au Ministère de l'Agriculture d'Autriche, témoignent

du haut intérêt que présente l'ouvrage de M. Demontzey et de la faveur méritée dont il est l'objet (1).

« L'exposition internationale de 1878 offrait une occasion particulièrement favorable de mettre en lumière les grands travaux d'intérêt public confiés au service des forêts par la loi sur le reboisement des montagnes et de faire connaître les résultats obtenus depuis l'application de la loi de 1860.

« Entre autres documents de nature à permettre de bien saisir l'objet de cette vaste entreprise, d'en suivre la marche et les progrès, l'Administration fit prendre, en 1877, pour les

(1) On lit dans le *Wiener allgemeinen Zeitung* du 29 avril 1880 :

« Les vastes territoires qui s'allongent au sud des possessions de l'Empire, ces contrées désolées, devenues improductives et changées en déserts grâce à l'impéritie des habitants, à la passion de destruction innée chez l'homme et aussi par suite de la violence des éléments, sont l'enfant de la douleur de notre économie forestière (*das Schmerzenkind unserer Forstwirthschaft*).

« A la fin de l'année 1877, les surfaces susceptibles d'être boisées en Autriche comprenaient 430,127 hectares. Ces incultes s'étendent de jour en jour; des efforts ont été tentés tardivement pour combattre le fléau, mais les moyens employés sont peu intelligents et n'arrêteront pas le dommage qui s'accroît constamment. Aussi, notre Ministère de l'Agriculture a fait œuvre méritoire en engageant le Dr von Seckendorff à traduire en langue allemande l'ouvrage si apprécié du conservateur P. Demontzey qui a obtenu le premier prix dans le concours ouvert par l'ancien Directeur général des Forêts, M. Faré, de Paris, pour la rédaction d'un traité pratique sur l'extinction des torrents et le reboisement des montagnes. Cette traduction aidant, les expériences faites jusqu'à présent deviendront plus profitables pour le département qu'elles intéressent; il y a là un grand service rendu, parce qu'au moment où nous apprenions, par l'examen des budgets de la France, que cet État cherchait, dans un but d'utilité publique, à combattre avec la plus grande énergie un fléau ancien qui apparaît aussi chez nous, il nous était donné de connaître d'une manière saisissante les mesures mises en vigueur.

« En supposant que certains procédés suivis par les Français ne puissent pas toujours recevoir leur application dans les conditions où nous nous trouvons, l'exemple donné par la France n'en sera pas moins utile à nos forestiers; ils pourront puiser dans cette riche mine des méthodes d'instruction pour arrêter la destruction des forêts par la mise en culture et le reboisement de tous les terrains susceptibles de production..... »

(*Note de l'Éditeur.*)

placer dans son exposition du chalet forestier, une série de quatre-vingts vues photographiques de grandes dimensions, représentant les spécimens les plus remarquables des différents types de travaux exécutés dans les périmètres des Alpes, des Cévennes et des Pyrénées.

« Cet important travail fut exécuté avec un succès complet par M. de Gayffier, chef du service du reboisement à l'Administration centrale, que sa connaissance approfondie des travaux et son expérience spéciale des opérations photographiques avaient plus particulièrement désigné au choix du Ministre.

« Un exemplaire de la collection des vues et du texte des monographies et descriptions qui l'accompagnaient, a été adressé par mes soins à la bibliothèque du Sénat et à celle de la Chambre des députés. Une édition de plus petit format a été tirée en 1879 et distribuée aux commissions du service spécial du reboisement, qui y trouvent d'utiles enseignements.

« Ces vues photographiques donnent une idée complète de l'aspect des régions où s'exécutent les travaux de reboisement ; les vues d'ensemble font ressortir d'une manière saisissante le relief du terrain, la dénudation et le ravinement progressif des versants, la formation des torrents, les dangers dont ils menacent les cultures, les routes et les centres d'habitation. Les vues de détail font connaître les travaux de défense, de consolidation et de fixation exécutés sur les versants ou dans le lit des ravins. Elles font comprendre, mieux que toute description peut-être, le but de chaque ouvrage, le mode d'exécution des travaux, les résultats obtenus.

« Il m'a semblé, Monsieur le Ministre, que je ne pouvais me dispenser de mentionner dans le compte rendu des travaux de reboisement exécutés dans la période triennale de 1876 à 1878 deux publications qui ont contribué de la façon la plus heureuse à la vulgarisation des procédés employés par l'Administration des forêts pour accomplir l'œuvre d'intérêt national qui lui est confiée et dont elle poursuit l'achèvement avec le plus entier dévouement.

« Grâce aux nouvelles allocations budgétaires dont les Chambres ont bien voulu doter le fonds spécial du reboisement, une nouvelle et énergique impulsion a pu être donnée, dès 1880, aux travaux sur tous les points où ils sont nécessaires ; j'ai la confiance que les féconds résultats qu'on est en droit d'en attendre ne tarderont pas à se produire.

« Agréez, Monsieur le Ministre, l'assurance de mon respectueux dévouement.

« Le Sous-Secrétaire d'État
« Président du Conseil d'Administration des Forêts.

« *Signé :* CYPRIEN GIRERD. »

Outre le haut patronage dont avait bien voulu ainsi m'honorer M. le Sous-Secrétaire d'État, je me trouvais encouragé dans mon projet par des sympathies bien précieuses que m'avaient manifestées bon nombre de personnes, soit amies, soit jusqu'alors inconnues de moi, et auxquelles j'adresse ici la nouvelle expression de ma vive gratitude.

Ne pouvant les citer toutes, qu'il me soit permis, du moins, de placer sous les yeux du lecteur les encouragements de certaines d'entre elles.

M. Hervé-Mangon, Membre de l'Institut, Directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, voulut bien présenter à l'Académie des Sciences l'*Étude sur les travaux de reboisement*, et prononcer en séance les paroles suivantes :

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 12 Mai 1879.

M. Hervé-Mangon. « Messieurs, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie un ouvrage de M. Demontzey, conservateur des forêts, intitulé *Étude sur les travaux de reboisement et de gazonnement des montagnes*. L'auteur s'occupe, depuis 1853, de travaux de reboisement; son ouvrage est le fruit de sa longue expérience, c'est dire qu'il est excellent et appelé à rendre de grands services.

« Depuis vingt années, l'Administration des Forêts poursuit sans bruit, avec une admirable persévérance, l'œuvre immense de la consolidation de nos montagnes dénudées et de la suppression des torrents les plus dangereux. — On ne saurait se faire une idée de cette magnifique entreprise sans avoir parcouru à pied les hautes montagnes des Alpes, et sans avoir observé quelques-uns des territoires reconstitués.

« Je n'essayerai donc pas de décrire ces travaux; qu'il me suffise de dire qu'avec les ressources les plus modestes, 1,500,000 francs en moyenne par année, l'Administration forestière a déjà obtenu les plus beaux succès sur une étendue de près de 100,000 hectares. — On reste, en effet, confondu de la grandeur des résultats obtenus comparés à la simplicité et à l'économie des moyens employés.— Le succès des ingénieurs forestiers s'explique d'ailleurs facilement par la justesse de la théorie qui les guide. Appelés à lutter contre la puissance destructive des torrents et des intempéries, ils n'ont point cherché à la vaincre par de dispendieux travaux de maçonnerie cyclopéenne. — Comme Brémontier l'avait fait pour la fixation des dunes, ils ont demandé à la force de la végétation de leur fournir les matériaux vivants de la consolidation des terrains, et déjà l'expérience apprend que la forêt parvient, en peu de temps, à étouffer les plus redoutables torrents.

« Le temps des essais et des incertitudes est passé, et désormais le gouvernement de la République consacrera certainement à ces utiles opérations de reboisement des montagnes toutes les ressources nécessaires. »

Le 27 février 1879, le classique auteur de l'*Etude sur les torrents des Alpes,* l'éminent ingénieur Surell, à qui j'avais fait hommage d'un exemplaire de la première édition avec cette suscription : *Au savant et patriote initiateur, à l'ardent et inflexible défenseur du reboisement des montagnes, au Maître, hommage respectueux d'un humble disciple Alpin*, m'adressait la lettre suivante, qui est tout un programme :

« Versailles, 27 février 1879.

« Monsieur,

« Vous avez eu la bonté de m'adresser votre importante *Étude sur le reboisement des montagnes.* Je l'ai lue avec le plus grand intérêt, et je vous remercie à la fois du grand service que vous rendez à cette grosse question par une publication si utile et si opportune, en même temps que de l'aimable attention qui vous a fait penser à moi.

« Votre épigraphe est beaucoup trop flatteuse; je n'ai eu que le mérite de pousser le cri d'alarme un peu plus fort que les autres, il y a une trentaine d'années. C'est votre Administration qui a fait le reste, infiniment plus difficile, et votre ouvrage, si complet, si bien nourri de faits, va lui faciliter sa tâche, et doit devenir le vade-mecum de tous les reboiseurs.

« J'ai eu l'occasion, il y a quelques semaines, de plaider encore cette grande cause devant la commission supérieure

de l'aménagement des eaux, et j'ai réitéré mes instances au Ministre des Travaux publics, fort préoccupé en ce moment des inondations. Il vous doit tout son concours, dans l'intérêt des rivières qu'il a charge d'endiguer, d'approfondir et de régulariser. Les deux Administrations vont vers le même but, et si elles doivent rester distinctes quant à l'exécution, elles doivent s'unir dans un commun effort pour obtenir les larges crédits, les développements administratifs et la reconnaissance pleine et entière de l'utilité publique, toutes choses indispensables pour élever le service forestier au niveau de sa nouvelle mission, qui n'est plus seulement de *conserver,* mais de *régénérer.*

« Veuillez agréer, etc.

« *Signé :* SURELL. »

Dans ma longue carrière de reboiseur, j'ai été frappé maintes fois de l'effet que produit sur les différents visiteurs la vue des régions dévastées des Alpes françaises (1).

La première impression que l'on éprouve en effet en parcourant une contrée ravagée par les torrents, est une sorte de stupeur ou du moins de découragement qui vous pousse à mettre en doute la puissance de l'homme en face de pareils désastres!

Mais si l'on y regarde de plus près; si l'on analyse avec soin les diverses conditions où l'on se trouve; si l'on compare avec attention le terrain dont il s'agit avec d'autres moins ruinés ou encore

(1) Voir la note G.

boisés, toutes circonstances égales d'ailleurs; si, enfin et surtout, l'on se reporte à des précédents qui pourraient exister, même sur une échelle réduite, la confiance ne tarde pas à renaître et l'on reconnaît une fois de plus la puissance de la science qui, aidée de l'observation, fournit les moyens de régénérer, sans bien grand appareil, des montagnes que l'homme seul, par son imprévoyance ou son égoïsme, avait amenées à pareil état de ruine.

C'est à ce sentiment que répond l'épigraphe que j'ai empruntée au beau livre de M. Viollet-le-Duc sur le *Massif du Mont Blanc*.

Ce grand architecte, cet illustre savant, qui aimait la forêt par ce motif même qu'il avait appris à connaître la montagne, m'écrivait, le 28 février 1879, en m'annonçant son intention de visiter les travaux des Basses-Alpes, quelques mois avant sa mort soudaine, la lettre suivante :

« Paris, 8 Février 1879.

« Monsieur,

« J'ai reçu votre lettre avant-hier, et votre bel ouvrage ce soir. Je ne fais, bien entendu, que le parcourir, mais vous pouvez être assuré que je le lirai avec l'attention que mérite un pareil sujet et je compte bien, la chose faite, en dire quelque chose dans le *XIXe Siècle;* on ne saurait trop attirer l'attention du public sur ce sujet si mal connu, même, — hélas, — de ceux qui, par la nature de leurs études, devraient s'en pénétrer. On me traite volontiers de rabâcheur quand je gémis sur l'aban-

don où on laisse nos montagnes, et quand j'essaye d'émouvoir les intéressés sur cette question. Aussi suis-je heureux que vous soyez venu à la rescousse. J'avais déjà vu à l'Exposition des modèles très intéressants concernant le reboisement des pentes et la correction des torrents, et votre travail vient me fournir les documents pratiques.

« Recevez donc mes sincères compliments et remercîments. C'est une campagne à entamer avec beaucoup d'autres; mais pour celle-là, il faut espérer que tout le monde prendra aux bonnes raisons que nous chercherons à répandre.

« Ce n'était pas sans motifs que les premières civilisations considéraient les bois comme *sacrés*. Par intuition, nos ancêtres comprenaient qu'il y avait là un foyer de *conservation* qu'il fallait respecter.

« La science et l'observation nous conduisent au même résultat.

« Vous pouvez être assuré qu'à la première occasion je me ferai un vrai plaisir de visiter vos travaux si utiles.

« Agréez, Monsieur, etc.

« *Signé :* VIOLLET-LE-DUC. »

Le 2 avril suivant, il publiait dans le *XIXe Siècle* l'article ci-après, que, malgré son étendue, je crois devoir reproduire *in extenso* à titre d'hommage de profonde reconnaissance envers la mémoire de ce grand patriote qui, au milieu de ses travaux de toutes sortes, n'a cessé de défendre la cause du reboisement de ces montagnes qu'il aimait passionnément pour les avoir bien connues et longuement pratiquées.

LE REBOISEMENT DES MONTAGNES

« S'il est bon de signaler les abus à supprimer, les réformes à effectuer, les maux dont souffre notre société française par suite de préjugés longuement enracinés et savamment exploités, il est équitable de tenir compte des améliorations qui, sur quelques points, sont obtenues par des hommes dévoués, modestes, patients, et dont le public ignore à peu près l'existence.

« J'ai, à plusieurs reprises déjà, soulevé ici même une question qui touche à notre prospérité nationale et qui est faite pour fixer l'attention de tous les Français, quelle que soit la classe à laquelle ils appartiennent. Je veux parler du reboisement des montagnes.

« Après les inondations qui viennent encore de désoler certains territoires, ce sujet est de saison, car ces désastres sont en grande partie la conséquence de l'état dans lequel une longue incurie a mis les rampes de nos grands soulèvements montagneux, et je profite d'une Étude que M. Demontzey, conservateur des forêts, vient de publier sur ce sujet, sous le patronage du Ministre de l'agriculture, pour reprendre la question.

« Ce travail a obtenu le premier prix . . . . . .

. . . . . .

« Voilà un de ces livres que nous voudrions voir introduire dans tous nos grands établissements d'enseignement et qui remplacerait avantageusement bon nombre d'ouvrages, au moins inutiles, répandus à profusion par le monde clérical dans ces mêmes établissements.

« Il n'y a pas grand mal à promener la châsse d'un saint ou d'une sainte quelconque pour obtenir du ciel le retrait des eaux torrentielles qui, périodiquement, ravagent nos plaines les plus fertiles, mais c'est le cas de répéter l'adage : « Aide-toi, le ciel t'aidera. »

« L'homme peut-il quelque chose pour détourner ces désastres périodiques?

« Depuis qu'il m'a été donné d'étudier les pays montagneux, j'ai toujours pensé que ce travail n'était pas au-dessus des moyens humains, et je suis heureux de constater qu'un spécialiste, ayant passé sa vie à réunir des études relativement à l'influence de la végétation sur les cours d'eau, soit entièrement d'accord avec moi. Tout sentiment de vanité à part, il est intéressant que, sur un point aussi grave, l'opinion d'une personne dont la compétence et l'expérience ne sauraient être récusées, vienne compléter les dires d'un simple observateur.

« Mais c'est qu'en ceci, comme en bien d'autres choses, l'observation conduit à des conclusions que viennent appuyer la théorie et la synthèse. Or il s'agit, dans le livre de M. Demontzey, non seulement d'analyses résultant d'une longue observation, mais aussi de la synthèse, c'est-à-dire de l'application pratique des observations à la reconstitution des sols montagneux ravagés par les eaux; et l'expérience faite déjà sur d'assez vastes territoires est concluante.

« M. Demontzey a bien voulu prendre, pour épigraphe de son bel ouvrage, ce passage, que j'ai imprimé quelque part : « *Il n'est pas dans la nature de petits moyens, ou plutôt l'action de la nature ne résulte que de l'accumulation de petits moyens . L'homme peut donc agir à son tour, puisque ces petits moyens sont à sa portée et que son intelligence lui permet d'en apprécier les effets.* » Et l'ensemble des travaux mis en lumière par l'auteur de l'*Étude sur les travaux de reboisement* montre, en effet, que c'est par l'accumulation de petits moyens à la portée de l'homme que le torrent peut être *éteint*, comme on dit, et changer son rôle dévastateur en une fonction bienfaisante.

« *Prévenir plutôt que réprimer.* » Tout l'aménagement des cours d'eau est renfermé dans ces quatre mots. Et voyez comme tout se tient en ce monde et comme le bon sens s'ap-

plique à toute chose! Si, dans un État ordonné, il est sage de connaître la cause première des maux qui affectent une partie du corps social pour la saisir et la supprimer avant que ces maux n'aient atteint une telle intensité qu'il ne soit plus possible d'y porter remède, de même est-il prudent d'aller prendre le torrent à son origine, de ralentir son cours et même de le supprimer à l'aide de moyens très simples, avant qu'il n'ait acquis une force irrésistible et que, réuni à d'autres, il ne submerge tout à coup des vallées entières.

« Supposons toutes les rampes montagneuses garnies de forêts et gazonnées, il n'y aurait plus, à proprement parler, de torrents ; car ces vastes espaces composeraient comme une immense éponge retenant les eaux pluviales ou les neiges et distillant goutte à goutte le liquide absorbé. Les glaciers seuls et les névés constitueraient les cours d'eaux normaux, mais les glaciers comme les névés jaugent l'écoulement de la fonte avec une grande régularité.

« Si ces cours d'eau normaux ne rencontraient sur leur parcours jusqu'à la plaine que le résultat de cette distillation lente des terrains couverts de végétation, et non les émissions brusques et terribles des torrents grossis par les pluies, ils gonfleraient paisiblement et jamais au point d'envahir en un jour d'énormes espaces pour laisser, bientôt après, la sécheresse s'étendre sur ces mêmes surfaces.

« Dans un *Atlas* très bien dressé, M. Demontzey montre comment l'homme, par son travail, est parvenu à vaincre ce violent torrent du Bourget (Basses-Alpes) et plusieurs autres, au moyen de barrages d'une faible importance relative. Ces barrages retiennent cailloux et sable ; alors il s'agit d'ensemencer ces atterrissements, et le torrent, au lieu de suivre une pente rapide et uniforme, trouve des paliers où il calme et épure son cours, où il imbibe cette végétation qui retient partie du liquide, des cascades qui, à leur base, constituent des affouillements naturels et des bassins par conséquent ; non seulement alors ce torrent met douze heures à descendre

du sommet de la montagne à la base du cône de déjection, au lieu de trente minutes, mais il laisse une partie de son eau dans ces terrains aplanis et spongieux.

« Cependant, pour que ces atterrissements produits par les barrages, qui constituent chacun un cône de déjection, ne viennent pas à augmenter sans cesse par l'apport de cailloux et sables et qu'ils ne soient point rendus infertiles, il faut que les pentes latérales elles-mêmes se garnissent de végétation, afin de retenir ces sables et cailloux et de ne laisser couler que de l'eau pure.

« C'est alors qu'intervient le reboiseur, et c'est par des tranchées, par des drains, par des piquets et des clayonnages que les terrains sont maintenus pour permettre aux graines de lever. Une fois que la végétation a pris pied et qu'elle s'élève d'un mètre, elle se défend d'elle-même, consolide les rochers qu'elle entoure de ses racines, retient les menus cailloux et les sables sous les mousses, et la nature a repris son empire; car, ne l'oublions pas, tout ce qu'il nous faut refaire aujourd'hui, nous l'avons défait pendant des siècles.

« Ces pentes dénudées, ravinées, qui s'écroulent à chaque heure, étaient toutes, ou peu s'en faut, garnies de forêts. L'homme est venu qui a jeté bas les arbres. Ces grands végétaux abattus, les eaux qu'ils ne retenaient plus ont balayé les gazons, et la montagne, d'éponge que la nature l'avait faite, est devenue une ruine de pierre et de sable, sur laquelle les eaux s'écoulent par le plus court chemin, précipitant leur cours à mesure qu'elles descendent, entraînant tout, couvrant de poussière et de cailloux échoués d'énormes cônes de déjections, pour venir se jeter, furieuses, dans le canal troncal qu'elles barrent, jusqu'à ce que cette masse de liquide accumulée se précipite comme une trombe dans la plaine. Alors chacun de se lamenter. On souscrit pour secourir les malheureux inondés. L'État s'impose des sacrifices passagers.....

« Qu'il serait plus sage et plus prudent de donner aux ingénieurs forestiers qui se dévouent à cette tâche ingrate

du reboisement des montagnes, les moyens d'obtenir des résultats vraiment sérieux!

« Le jour où, sortant des demi-mesures de la loi de 1860, on entrera largement dans la voie des grands travaux, sait-on ce qu'il en coûtera? Cent soixante millions à dépenser en trente ou quarante ans! Soit quatre millions y compris l'acquisition des terrains par l'État pour tout le massif alpestre de la rive droite du Rhône, de la Savoie aux Alpes-Maritimes!

« Quand on pense au bien-être que ces travaux et acquisitions apporteraient dans des vallées déshéritées, aux produits que ces forêts bien aménagées donneraient, aux désastres qu'on préviendrait, en vérité, cette somme de 160 millions est peu de chose.

« Et comme nous la trouverions facilement en réformant bon nombre d'abus!

« Mais rendons justice du moins aux travaux sérieux de nos forestiers dans les hautes vallées alpestres. Ils ont prouvé que le bien est possible et qu'il ne s'agirait que de vouloir l'étendre sur une large échelle, aussi bien dans les Alpes que dans les Pyrénées, pour nous éviter des désastres qui, en quarante ans, dépassent de beaucoup deux cents millions.

« *Signé :* E. VIOLLET-LE-DUC. »

La première édition, par son origine même, était plus spécialement destinée aux Agents de l'administration des forêts, aussi renferme-t-elle de nombreux développements, dont le caractère technique et administratif impliquait, soit la modification

pour les uns, soit la suppression pour les autres, dans cette nouvelle édition.

Le chapitre spécial aux travaux à entreprendre par les particuliers se trouvait, pour le même motif, un peu trop laconique; il a été développé de façon à satisfaire pleinement les lecteurs appartenant à cette catégorie. D'autre part, les figures, au lieu d'être réunies en un atlas séparé, ont été, pour plus de facilité, introduites dans le texte, en même temps que certaines d'entre elles ont été ajoutées. Enfin de nouvelles notes, ne laissant pas de présenter un certain intérêt, ont été annexées à la fin du volume.

Ainsi qu'on a pu le lire dans l'extrait du rapport de M. Cyprien Girerd en tête de cet avertissement, M. de Gayffier, Conservateur des Forêts, chef du service du reboisement à l'Administration centrale, avait exécuté pour l'Exposition universelle de 1878 une collection de vues photographiques de grandes dimensions relatives aux travaux de reboisement.

Sollicité de tous côtés à livrer à la publicité cet important recueil, mon collègue et ami s'est décidé à en faire une publication spéciale qui aura pour titre : *Iconographie du Reboisement des Montagnes*.

Ce magnifique ouvrage, combiné avec la nouvelle édition de l'*Étude sur les travaux de reboisement*, fournira aux lecteurs, au moyen de vues phototypographiques inaltérables et d'une remarquable beauté, l'aspect saisissant du champ d'action dans

lequel on est appelé à opérer, et des travaux que l'on exécute.

Afin de bien montrer la relation qui existe entre ces planches et le texte de mon livre j'ai inséré à chaque passage opportun, un renvoi indiquant le numéro de la planche à consulter et ainsi libellé : (DE GAYFFIER, PL...); à la fin du volume, la note L donne la nomenclature de toutes ces vues ainsi que leurs légendes descriptives.

De son côté, l'*Iconographie du Reboisement* de M. E. de Gayffier renfermera, en regard de chaque planche, une description complète renvoyant, pour ce qui concerne les travaux ou les torrents, aux pages respectives du présent volume.

Ainsi combinées, ces deux publications, tout en pouvant demeurer indépendantes, formeront par leur réunion un ensemble des plus complets pour les lecteurs désireux d'étudier les diverses questions qu'implique l'œuvre nationale du reboisement des montagnes.

P. DEMONTZEY.

Aix, le 15 Juin 1881.

AVERTISSEMENT

DE LA PREMIÈRE ÉDITION

La loi du 28 *Juillet* 1860 *a inauguré dans l'Administration des Forêts l'ère des grands travaux d'utilité publique, qui, restreints avec raison au début, réclament légitimement aujourd'hui une large extension, basée à la fois sur les résultats sérieux obtenus pendant la période d'essai, et sur l'étendue des ravages restant à supprimer pour le présent et à empêcher pour l'avenir.*

Par arrêté en date du 20 *août* 1875, *M. Faré, Directeur général des Forêts, a mis au concours entre les agents de l'Administration la rédaction d'un traité pratique de reboisement et de gazonnement des montagnes, et constitué un Jury chargé d'en apprécier le résultat.*

Le travail qu'on va lire a obtenu le premier prix décerné le 10 *Janvier* 1878 *et M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce a bien voulu décider qu'il aurait les honneurs de l'impression.*

En rédigeant cette étude, j'ai eu pour but de résumer les observations qu'il m'a été donné de faire pendant le cours presque entier de ma carrière forestière. Dès 1853, *en effet, je me trouvais chargé d'importants travaux de*

reboisement dans le climat chaud et presque torride d'Orléansville, dans l'Algérie qui avait devancé de dix ans la métropole dans des essais de ce genre.

Rentré en France en 1862, *je fus appelé depuis cette époque à diriger successivement les travaux de reboisement entrepris dans les départements des Alpes-Maritimes et des Basses-Alpes.*

Vaillamment secondé par une série de précieux collaborateurs, parmi lesquels je compte autant d'amis, guidé et soutenu par la constante solitude de mlices chefs, à tous les degrés de la hiérarchie, dans un service spécial où des difficultés de tout ordre se présentaient aussi nombreuses qu'étaient rares les encouragements du dehors, je me suis trouvé, par suite des circonstances, avoir pu réaliser, dans tous les climats de l'échelle de la végétation, une série d'observations prises sur les faits.

Je viens donc les exposer sincèrement, sans autre prétention que celle de les présenter aussi complètes que possible, en praticien obligé d'entrer dans les mille détails des opérations si complexes et si attrayantes que comporte le reboisement des montagnes.

Je leur ai annexé, sous forme de notes, une série de documents dont certains pourront être parfois utilisés avantageusement.

P. DEMONTZEY.

Aix, le 15 Février 1878.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE PREMIER

DESCRIPTION ET FORMATION DES TORRENTS

Pages.

Généralités. — Classification des cours d'eau de montagne. — Division du cours des torrents en trois régions. — Bassin de réception. — Canal d'écoulement. — Lit de déjection. — Gorge. — Classification des torrents. — Torrents simples. — Torrents composés. — Combe. — Action des torrents dans l'étendue de leur cours. — Triage des matériaux. — Transport en masse. — Pente limite ou profil de compensation. — Profil d'équilibre. — Profils en travers. — Cône de déjection. — Torrents à affouillements. — Torrents à casses et torrents glaciaires. 11

CHAPITRE II

TRAVAIL DES TORRENTS DANS LE SEIN DE LA MONTAGNE

Effets produits par les eaux. — Description du torrent pris pour exemple. — Effets d'un orage dans le bassin de réception. — Formation des laves. — Éboulements. — Glissements. — Fonte des neiges. — Puissance de l'affouillement. — Effets de la végétation sur le sol. 34

CHAPITRE III

CONSTITUTION DES PÉRIMÈTRES

Tracé de la zone de défense. — Nécessité d'une zone continue. — Propriétés appartenant aux particuliers. — Acquisitions. — Acquisitions amiables. — Expropriations. 41

CHAPITRE IV

CORRECTION DES TORRENTS A AFFOUILLEMENTS

But des travaux. — Double affouillement. — Affouillement longitudinal. — Affouillement latéral. — Murs de chute ou barrages. —

Pages.

Disposition des barrages. — Correction des ravins. — Barrages vivants. — Barrages vivants de premier et de deuxième ordre. — Clayonnages ou fascinages superposés. — Marnes du lias à strates dures. 47

CHAPITRE V

EXÉCUTION DES TRAVAUX

Étude des projets de barrages. — Études préalables. — Débouché sur le couronnement. — Nombre et hauteur des barrages. — Description des barrages en maçonnerie. — Barrages en voûte. — Barrages rectilignes. — Maçonnerie en pierre sèche. — Maçonnerie avec mortier de chaux hydraulique. — Maçonnerie mixte. — Aqueduc ou pertuis. — Effet du mode de construction sur la nature de l'atterrissement. — Avantages de la maçonnerie mixte. — Cas où la maçonnerie avec mortier doit être préférée. — Choix de la maçonnerie. — Discussion du choix des types de barrages. — Barrages curvilignes en maçonnerie de pierre sèche, en maçonnerie mixte et en maçonnerie entièrement en mortier de chaux. — Barrages rectilignes. — Barrages rustiques. — Ouvrages divers en maçonnerie. — Radiers. — Contre-barrages. — Barrages à couronnement irrégulier. — Perrés. — Barrages en bois et barrages vivants. — Barrages en bois. — Clayonnages de premier ordre : Clayonnages moisés à l'amont. — Clayonnages à longrine encastrée. — Clayonnages de deuxième ordre. — Clayonnages de premier ordre à double parement. — Fascinages de premier ordre. — Fascinages de deuxième ordre. — Fascinages dans les petits ravins. — Clayonnages longitudinaux et transversaux sur les atterrissements des barrages. — Travaux complémentaires. — Talutage des berges. — Curage du lit. — Drainages dans les terrains en mouvement. . 64

CHAPITRE VI

TORRENTS A CLAPPES ET TORRENTS GLACIAIRES

But des travaux. — Barrages de retenue. — Emplacement des barrages de retenue. — Exhaussement des barrages. — Murs en travers contre les avalanches et les coulées de pierres. — Places de dépôts. — Exécution des travaux. — Barrages exhaussés. — Barrages en gradins. — Emplacement des nouveaux gradins. — Hauteur des gradins. — Profil des barrages de retenue avec cuvette et contre-mur. — Murs en travers contre les avalanches et les chutes des pierres. — Places de dépôts. 113

CHAPITRE VII

DU REBOISEMENT EN GÉNÉRAL. 127

CHAPITRE VIII

DU CHOIX DES ESSENCES

Pages.

Du climat. — Climat général. — Échelle de la végétation forestière. — Climat local. — Situation. — Exposition. — Vents dominants. — Montagnes environnantes. — Humidité de l'atmosphère. — Répartition des pluies. — Intensité de la lumière. — Du sol. — Nature minéralogique. — État physique. — État de la superficie. — Répartition des essences forestières dans les différentes régions climatériques. — Généralités. — Essences dominantes dans les massifs forestiers de chaque région. — Essences secondaires. — Peuplements mélangés. — Description des essences forestières propres au reboisement. — *Climat chaud :* Arbres de massif. — Essences secondaires. — Essences exotiques. — *Région moyenne ou tempérée :* Essences de massif. — *Région froide ou alpestre :* Essences de massif. — Essences secondaires. — *Région alpine ou très froide*. 130

CHAPITRE IX

MESURES ET TRAVAUX PRÉPARATOIRES

Mise en défends. — Son effet dans les différentes régions. — Dans les terrains instables. — Préparation du sol. — But de la préparation du sol. — Sécheresse du sol. Moyen de la combattre. — Du gel et du dégel. — Causes du soulèvement. — Modes de culture du sol. — Labour en plein. — Labour par bandes alternes. — Culture à bras d'homme. — Outil préférable. — Bandes alternes. — Bandes brisées. — Époques à préférer pour la préparation du sol. — Marnes liasiques. 171

CHAPITRE X

EXÉCUTION DES TRAVAUX DE REBOISEMENT

Du semis et de la plantation en général. — Mode d'emploi des différentes essences, suivant les régions. — Région *méditerranéenne :* Essences à employer exclusivement par semis. — Essences à employer par les deux modes suivant les cas. — *Région tempérée :* Essences de semis. — Essences de plantation. — *Régions alpestre et alpine.* — Conclusion. — Des graines. — Lieux d'origine. — Essences feuillues ou non résineuses. — Récolte. — Préparation. — Conservation des graines. — Graines de basse végétation forestière. — Concasseur. — Graines d'essences résineuses. — Récolte. — Conservation. — Essai des graines. — Exécution des semis a demeure. — *Essences non résineuses :* Divers modes de semis. — Devis

Pages.

de la dépense. — *Graines de résineux :* Divers modes de semis. — Organisation du chantier.— Quantité de graines à l'hectare. — Saison préférable pour le semis de résineux. — Quantité de graines à employer. — ENHERBEMENT. — Enherbement dans les terrains à surface stable. — Semis par potets. — Semis à la volée. — Enherbement dans les terrains à surface instable. — Semis par sillons horizontaux. — Époque des semis. — DES PÉPINIÈRES. — Généralités. — *Pépinières permanentes ou centrales :* Choix de l'emplacement. — Division du terrain. — Préparation du sol. — Nivellement du terrain. — Premier défoncement du sol des carrés. — Fosses à terreau et à fumier. — Confection du terreau. — Semis en pépinière. Résineux. — Essences feuillues. — Repiquages ou rigolages. — Exécution du repiquage. — Bouturage en pépinière. — Calcul du prix de revient du mille de plants des différentes essences. — Expédition des plants. — *Pépinières volantes ou locales :* Préparation du sol. — ÉXÉCUTION DE LA PLANTATION. — *Résineux :* Age des plants. — Mode d'exécution dans les terrains préparés et non préparés. — Organisation du chantier. — Époque préférable pour la plantation. — Plantation dans les terrains à surface instable. — Plantation dans les clappes ou casses. — *Plantation des feuillus :* Création de massifs. — Recepage. — Création de haies. — Banquettes avec défoncement. — Plantation dans les fonds des ravins et sur les atterrissements. 199

CHAPITRE XI

TRAVAUX DE GAZONNEMENT

DES PATURAGES DE MONTAGNES; LEUR COMPOSITION DANS LES ALPES FRANÇAISES. — Prairies fauchables. — Pâturages. — Pâturages du printemps et d'automne. — Pâturages d'été. — Montagnes pastorales. — RÉGÉNÉRATION ET AMÉLIORATION DES PATURAGES PAR LE GAZONNEMENT. 300

CHAPITRE XII

OPÉRATIONS TOPOGRAPHIQUES. 323

CHAPITRE XIII

TRAVAUX DE VOIRIE

CHEMINS, SENTIERS. — Application du dendromètre Bouvart. 325

CHAPITRE XIV

HYDROGRAPHIE

BUT DES OBSERVATIONS. — Établissement du plan, du profil en long

Pages.
et des profils en travers. — Description du torrent. — Chronique et statistique des crues successives. 335

CHAPITRE XV

ENTRETIEN DES TRAVAUX DE CORRECTION

Barrages en pierre. — Barrages rustiques. — Grands barrages. — Entretien des chemins et des barrières. 347

CHAPITRE XVI

ENTRETIEN DES TRAVAUX DE REBOISEMENT

Soins a donner aux semis a demeure. — Régions alpestre et alpine. — Régions tempérée et chaude. — Soins a donner aux pépinières. — Pépinières volantes. — Pépinières centrales. — Soins a donner aux plantations. — Résineux. — Feuillus. — Bombyx processionnaire. — Pyrale. — Fidonie du pin. 354

CHAPITRE XVII

ORDRE CHRONOLOGIQUE DES TRAVAUX A PARTIR DU DÉCRET D'UTILITÉ PUBLIQUE 366

CHAPITRE XVIII

TRAVAUX DE REBOISEMENT ET DE GAZONNEMENT FACULTATIFS

Terrains appartenant à des particuliers. — Terrains appartenant aux communes et aux établissements publics. 377

CHAPITRE XIX

Subventions et primes pour l'amélioration des pâturages. — Travaux facultatifs. 390

CONCLUSION

Conséquences de l'extinction des torrents par les travaux obligatoires. — Travaux facultatifs. 393

NOTE A

(Citée à la page 36.)

Note de M. Schlumberger, garde général des forêts, sur la *lave* descendue le 13 août 1876 dans le torrent de Faucon, près Barcelonnette (Basses-Alpes). — Description des lieux. — Indices de l'orage.

Pages.

— Effet de la pluie et de la grêle. — Marche et vitesse de la *lave* dans le canal d'écoulement. — Son effet sur le cône de déjection. — Évaluation de son volume. — Comparaison avec celui de l'eau tombée pendant la durée de l'orage. 402

NOTE B

(Citée aux pages 75 et 112.)

Grands éboulements de laves survenues en 1873 et 1876 dans le torrent de Riou-Chanal, près Barcelonnette (Basses-Alpes). — Observations faites par M. Sardi, garde général adjoint des forêts sur la marche des laves et leur passage sur le grand barrage construit à l'aval des éboulements. — Différents aspects de ces laves. — Effets produits sur le barrage. — Solidité de la maçonnerie mixte. 415

NOTE C

(Citée aux pages 76 et 82.)

Observations faites pendant l'orage du 8 août 1876 dans le torrent des Sanières près Barcelonnette (Basses-Alpes). — Description du torrent. — Début de la *lave*, ses effets sur les travaux anciens et sur ceux en construction. — Procès-verbal de l'enquête opérée. — Déclaration des déposants. 421

NOTE D

(Citée à la page 235.)

Tableau des valeurs des journées calculées par dixième, à l'usage des surveillants de chantiers chargés de la tenue des feuilles d'attachements journaliers. 435

NOTE E

(Citée à la page 316.)

Nomenclature des plantes principales qui composent les prairies et les pâturages de montagne dans les Alpes françaises, par M. Goret, sous-inspecteur des Forêts, et qu'on rencontre dans les bois et les haies, dans les prairies naturelles fauchables, dans les pâturages, dans les terrains vagues et arides, dans les pierrailles, dans les marnes ou terres noires dénudées et enfin dans les intervalles des rochers. 436

NOTE F

(Citée à la page 86.)

Note sur un nouveau système de radiers et de contre-barrages, adopté en 1880 pour certains grands ouvrages construits dans les torrents

Pages.

de Riou-Bourdoux et de Faucon près Barcelonnette (Basses-Alpes.) — Détails de la construction des ouvrages. — Indication de leur but. — Exposition des avantages qu'ils procurent. 467

NOTE G

(Citée à la page XIII de l'avertissement.)

Considérations statistiques et économiques sur les départements des Basses et des Hautes-Alpes. — Description de la région montagneuse. — Extraits du rapport d'Adolphe Blanqui à l'Académie des sciences morales et politiques et de l'enquête agricole de 1866. — Marche de la dépopulation dans ces deux départements. — Comparaison entre ces divers arrondissements. — État superficiel du sol au point de vue de la production comparé à celui de la France en général. 474

NOTE H

(Citée à la page 373.)

Monographie du périmètre de Faucon, près Barcelonnette (Basses-Alpes). — Statistique du périmètre. — Motifs de son établissement. — Historique des travaux de correction et de reboisement. — Dépenses effectuées. — Résultats obtenus. 484

NOTE K

Prix de revient des différentes espèces de maçonnerie dans les travaux de barrage construits dans la vallée de l'Ubaye (Basses-Alpes.) 504

NOTE L

Nomenclature et description sommaire des différentes planches contenues dans l'*Iconographie du reboisement des montagnes*, publiée par E. de Gayffier, conservateur des Forêts. 506

Table des figures du *Traité du Reboisement* et des planches de l'*Iconographie*. 510

Table alphabétique des matières et des planches. 517

REBOISEMENT

ET

GAZONNEMENT DES MONTAGNES

INTRODUCTION

Les lois du 28 juillet 1860 sur le reboisement et du 8 juin 1864 sur le gazonnement forment l'ensemble des mesures législatives qui ont pour objet l'amélioration du régime des cours d'eau par la régénération des montagnes et l'extinction des torrents.

Les prescriptions communes à ces deux lois sont de deux natures différentes : d'une part l'encouragement, d'autre part la coercition.

Les moyens d'encouragement consistent en la faculté donnée à l'État d'exciter l'intérêt des propriétaires en les aidant, par l'allocation de subventions en nature et en argent, à mettre en valeur, par le reboisement ou le gazonnement, des terrains le plus souvent improductifs ou des pâturages épuisés dont l'état actuel pourrait contribuer soit à la formation de nouveaux torrents, soit à

l'extension des torrents existants. Cette mesure est susceptible d'être appliquée à l'ensemble des régions montagneuses et présente un caractère essentiellement préventif, car elle a pour but final le maintien et la protection du sol par une série de reboisements ou de gazonnements que la loi a nommé *facultatifs*, et qui sont ainsi utiles à l'intérêt général, tout en avantageant leurs propriétaires.

Les moyens de coercition attribués à l'État lui donnent le droit d'imposer, au nom de l'utilité publique, des reboisements ou des gazonnements dits *obligatoires* sur tous les points où leur exécution serait commandée par une impérieuse nécessité, reconnue à la suite d'une enquête préalable.

Ici, la coercition a pris la place de l'encouragement, mais son but change de nature et son champ d'action reçoit des limites bien arrêtées.

Il ne s'agit plus en effet de sauvegarder l'avenir par une amélioration souvent fructueuse et parfois facile. On n'a plus affaire à un ennemi encore éloigné ; les torrents sont là, au contraire, menaçants, terribles ; ils ont envahi certains territoires et s'y sont installés sur les points que l'incurie des habitants avait privés de leurs défenses naturelles, et, des hauteurs où ils se sont fortifiés, ils mettent en péril l'existence de populations tout entières. Il faut les combattre sans merci, les dompter, les mettre dans l'impossibilité de nuire à jamais, les enserrer de toutes parts dans une enceinte continue de végétation, et les étouffer dans les mille bras de la forêt, le seul athlète assez puissant pour les anéantir.

Une pareille entreprise ne peut être abandonnée à la

discrétion des propriétaires du sol et dépassera toujours les forces dont ils disposent ; il ne s'agit plus ici, du reste, d'une mise en valeur quelconque, mais bien d'une question d'intérêt, voire même de salut public. De là ces reboisements et ces gazonnements obligatoires prescrits par les lois qui fournissent à l'État, devant le refus, l'incurie ou l'impuissance des propriétaires, la faculté de préparer le terrain de la formidable lutte que, bien certainement, il sera seul à soutenir et que, plus certainement encore, il est seul capable de terminer avec succès.

La pensée qui domine dans ces deux lois peut donc se résumer ainsi :

D'une part, prévenir la formation des torrents par la consolidation du sol sur toute l'étendue des régions montagneuses, résultat fourni par les reboisements ou les gazonnements facultatifs et même parfois par des gazonnements obligatoires ;

D'autre part, supprimer les effets désastreux des torrents actuels par leur complète extinction que produiront les reboisements obligatoires, combinés dans certains cas avec des gazonnements obligatoires ;

Enfin, obtenir et maintenir, par les résultats de ces deux premiers effets, la régularisation du régime des rivières torrentielles et la protection des vallées inférieures.

Les dispositions de la loi de 1860, accueillies comme un véritable bienfait par tous les esprits sérieux, compétents et désintéressés, ne pouvaient, au moment de son apparition, s'appuyer sur des précédents quelconques qui faisaient totalement défaut ; elles étaient uniquement basées

sur les observations et les déductions d'une série d'administrateurs, d'économistes, d'ingénieurs et d'agents forestiers ayant vécu dans ces régions montagneuses les plus déshéritées. Connaissant bien ces contrées, ils s'étaient donné la noble mission de rechercher et de publier les causes de leur situation désastreuse et les effets qui en résultaient dans les riches vallées inférieures ; ils avaient été unanimes pour reconnaître que les torrents qui déchirent les montagnes et détruisent leurs vallées étaient l'un des plus puissants auxiliaires des inondations de plus en plus fréquentes dans les plaines, et que la cause première de la formation ainsi que de l'extension des torrents consistait dans le déboisement. Cette thèse venait d'être nettement posée et victorieusement soutenue par M. l'ingénieur Surell, dans son *Étude sur les torrents des Alpes,* l'œuvre la plus complète, la plus saisissante et la plus vraie qu'il fût possible de produire à ce sujet. Après avoir soigneusement décrit ces torrents ainsi que les divers phénomènes qu'ils présentent, après avoir profondément analysé les nombreuses conditions où ils fonctionnent, ce savant observateur avait éloquemment démontré les propositions ci-après :

1° — *La présence d'une forêt sur un sol empêche la formation des torrents ;*

2° — *Le déboisement d'une forêt livre le sol en proie aux torrents ;*

3° — *Le développement des forêts provoque l'extinction des torrents ;*

4° — *La chute des forêts redouble la violence des torrents, peut même les faire renaître.*

On a admis, lors de la discussion de la loi de 1864, que, dans certains cas spéciaux, la forêt pouvait être avantageusement remplacée, en partie au moins, par la végétation serrée d'une pelouse gazonnée, et, sous cette réserve, les dispositions de ces deux lois répondent aux propositions qui précèdent.

Les principes une fois nettement posés par les mesures législatives, il restait à les faire passer du domaine de la théorie dans celui de la pratique. Mais, dans une question d'un ordre si nouveau, il était indispensable de débuter prudemment et de tenter, tout d'abord, une série d'expériences d'une durée et d'une ampleur suffisantes pour permettre de proportionner plus tard l'importance des remèdes à l'étendue bien constatée des maux à réparer.

Aussi ces deux lois, déclarées lois d'essai, ne donnèrent-elles aux mains de l'Administration que des moyens financiers simplement suffisants pour une première expérience appelée à décider de l'avenir.

Cette expérience toute nouvelle était à peine commencée, que certains publiscites s'empressaient de la déclarer impossible et n'hésitaient pas à soutenir que le reboisement des montagnes, même aussi restreint que le faisait la loi, était une entreprise absolument chimérique, irréalisable et destinée à n'apporter que d'amères déceptions.

Plus de seize années se sont écoulées depuis que l'on a mis la première main à l'œuvre ; les études nombreuses auxquelles on s'est livré, les précieuses observations que l'on a recueillies, enfin les indéniables et vivants résultats que l'on a obtenus, ont victorieusement répondu aux objections de la première heure.

Les comptes rendus successifs publiés par l'Administration ont fait connaître le degré d'avancement des travaux, leur succès et leur dépense. Sur tous les points des régions montagneuses de la France où des reboisements, soit facultatifs, soit obligatoires, ont été entrepris, la jeune forêt existant aujourd'hui présente et maintient la réfutation la plus catégorique des allégations des esprits chagrins qui lui avaient refusé la possibilité de naître, de vivre et de se développer.

Dans les hautes régions des Alpes, cette terre classique des torrents, on peut voir aujourd'hui de nombreux peuplements d'essences résineuses, appropriées au climat local, étaler leur vigoureuse végétation, non seulement dans les bassins de réception des premiers torrents attaqués par les travaux, mais même sur leurs berges vives fixées et protégées pour toujours, tandis que ces torrents eux-mêmes, jadis si redoutés, sont devenus des ruisseaux non seulement inoffensifs, mais d'autant plus précieux qu'ils procurent à l'agriculture des eaux d'irrigation meilleures et plus abondantes.

On peut apprécier, par ces premiers résultats, ce que l'on est en droit d'attendre de l'avenir, si l'on considère qu'au lendemain des lois dont il s'agit, l'Administration des forêts s'est trouvée en présence d'un problème sans précédents non seulement en France, mais même chez aucune autre nation ; qu'il a fallu former un personnel, rechercher les meilleures voies d'exécution et établir les traditions qui manquaient à ces travaux absolument nouveaux, toutes conditions qui ont nécessairement entraîné une série d'expériences nombreuses dont l'influence n'a

pas laissé de peser sur l'intensité des résultats obtenus.

Aujourd'hui l'on est sorti de la période des essais : la voie est ouverte et le moment paraît arrivé d'y marcher avec la résolution et la célérité qu'imposent la grandeur et la distance du but à attendre.

D'autre part, on peut admettre que dans l'exécution des travaux entrepris jusqu'à ce jour, on a passé par l'immense majorité, pour ne pas dire la totalité, des conditions de toute nature qui peuvent se présenter.

Il est donc devenu possible, et il ne sera pas sans quelque utilité de dégager de cette vaste expérience la série des enseignements qui en découlent, et d'en extraire les méthodes les plus pratiques, les plus économiques et les plus sûres qu'elle peut avoir sanctionnées.

Tel est le but de l'étude qui va suivre. Nous ne nous dissimulons pas les difficultés de la tâche que nous entreprenons, et nous n'avons nullement la prétention de poser des règles générales et absolues. Notre horizon n'embrasse qu'une partie des Alpes dans lesquelles il nous a été donné de diriger et de suivre une série de travaux dont l'importance n'a pas laissé de s'accentuer d'année en année. C'est dans cette région alpestre que nous puiserons nos observations.

Aussi bien elle présente tous les degrés des climats successifs, depuis le littoral méditerranéen jusqu'aux dernières limites de la végétation forestière ; elle renferme les natures de sol les plus variées et la collection complète de tous les genres de torrents qn'on peut rencontrer dans les Alpes, unie à la plus vaste étendue de montagnes ravagées qu'on puisse voir.

Au point de vue de la multiplicité des faits à observer, les différences qu'on peut trouver entre une région quelconque et celle qui nous occupe sont toutes à l'avantage de cette dernière ; et il est permis, sans crainte d'être contredit, d'affirmer qu'il serait difficile de trouver ailleurs une réunion aussi complète des conditions les plus défavorables de sols et de climats unies à une aussi grande variété de torrents et de ruines [1].

1. — Voir la note G à la fin de l'ouvrage.

PREMIÈRE PARTIE

TRAVAUX D'UTILITÉ PUBLIQUE

DITS OBLIGATOIRES

LIVRE PREMIER

LES TORRENTS

CHAPITRE PREMIER

DESCRIPTION ET FORMATION DES TORRENTS

Généralités. — Classification des cours d'eau de montagne. — Division du cours des orrents en trois régions. — Bassin de réception. — Canal d'écoulement. — Lit de déjection. — Gorge. — Classification des torrents. — Torrents simples. — Torrents composés. — Combe. — Action des torrents dans l'étendue de leur cours. — Triage des matériaux. — Transport en masse. — Pente limite ou profil de compensation. — Profil d'équilibre. — Profils en travers. — Cône de déjection. — Torrents à affouillements. — Torrents à casses et torrents glaciaires.

Presque toujours, sauf quelques exceptions très rares, les travaux obligatoires ont pour but l'extinction des torrents par la création d'un massif forestier appelé à produire et à perpétuer la fixation du sol sur le versant des montagnes.

Aussi, avant d'entrer dans tous les développements que comporte l'exécution des travaux de cet ordre, paraît-il indispensable d'exposer certaines considérations sur les torrents, sur les causes de leur formation et sur les effets de leurs crues.

En abordant la question des torrents, nous n'avons nulle intention d'entrer dans des considérations théoriques qui

pourraient nous entraîner bien loin et ne seraient pas d'ailleurs ici à leur véritable place. Aussi bien on trouvera tous les développements utiles, appuyés par les observations les plus complètes, dans les traités, études ou rapports présentés par de nombreux auteurs, notamment MM. Surell; Scipion Gras, ingénieur des mines; Culmann, ingénieur suisse; Philippe Breton, ingénieur en chef des ponts et chaussées; Marchand, sous-inspecteur des forêts; Costa de Bastelica, conservateur des forêts, et Viollet-le-Duc, architecte [1].

Les origines de la formation des torrents, les lois auxquelles ils obéissent dans leurs diverses crues, les effets qu'ils produisent sur les différentes parties de leur parcours, les causes qui peuvent augmenter l'intensité de ces effets ou la diminuer jusqu'à leur suppression même, tout cela a fait l'objet des recherches de ces savants observateurs; sans y insister donc, nous nous bornerons à certaines considérations indispensables sur les torrents.

Généralités. — Dans son *Étude sur les torrents des Hautes-Alpes,* M. Surell partage les cours d'eau des montagnes alpestres en quatre classes : les *rivières*, les *rivières torrentielles*, les *torrents* et les *ruisseaux,* et définit ainsi qu'il suit les caractères de chacune de ces classes [2] :

« Les *rivières* coulent dans des vallées larges, ont un assez fort volume d'eau et des crues prolongées; leur pente con-

1. — Surell, *Étude sur les torrents des Hautes-Alpes.* (Paris, 1872.)
Scipion Gras, *Etude sur les torrents des Hautes-Alpes.* (*Annales des ponts et chaussées*, 1837.)
Culmann, *Rapport au Conseil fédéral sur les torrents des Alpes suisses.* (Lausanne, 1865.)
Philippe Breton, *Mémoire sur les retenues des graviers dans les gorges des torrents.* (Paris, 1867.)
Marchand, *Les Torrents des Alpes et le pâturage.* (Arbois, 1872.)
Costa de Bastelica, *Les Torrents, leurs lois, leurs causes, leurs effets.* (Paris, 1874.)
Viollet-le-Duc, *Le Massif du mont Blanc.* (Paris, 1876.)
2. — Pages 4-10. — Surell, édition de 1872.

stante sur de grandes longueurs n'excède pas 15 millimètres par mètre; leur trait saillant est de divaguer sur un lit plat très large et dont elles n'occupent jamais qu'une très petite portion.

« Les *rivières torrentielles* forment les affluents principaux des rivières; leurs vallées sont moins longues et plus resserrées; les variations de leur pente sont plus rapides; leur volume d'eau est moins considérable; elles divaguent peu ou point, par suite de leur encaissement, et leur pente n'excède pas 6 centimètres par mètre.

« Les *torrents* coulent dans des vallées très courtes, parfois même dans de simples dépressions; leurs crues sont courtes et presque toujours subites; leur pente excède 6 centimètres par mètre sur la plus grande longueur de leur cours; elle varie très vite et ne s'abaisse pas au-dessous de 2 centimètres par mètre; ils ont une propriété tout à fait spécifique : ils affouillent dans la montagne, ils déposent dans la vallée et divaguent ensuite, par suite de ces dépôts; cette propriété, formée par un triple fait, ne se retrouve dans aucune des deux classes précédentes et fournit un caractère bien tranché.

« Les *ruisseaux* ont un petit volume d'eau, un parcours peu prolongé, soit qu'ils coulent sur des pentes douces, soit que leurs berges et leur lit soient solides; ils n'affouillent pas, ne charrient pas de matériaux, et dès lors ne déposent pas; ils fournissent la plupart des cascades. »

Cette classification n'a rien d'absolu : « L'on conçoit facilement qu'il peut y avoir des cours d'eau qui n'appartiennent rigoureusement à aucune de ces quatre classes et qui, dans l'étendue de leur cours, ne manifestent que des caractères mixtes, résultat de la fusion de deux classes voisines. »

Il y a plus, le même cours d'eau, observé en différents points de sa longueur, ne présente pas partout les mêmes caractères et peut passer d'une classe à l'autre selon les cas et les parties de son cours que l'on considère.

A ces quatre classes nous ajouterons le *ravin*, qui n'est

qu'un diminutif du torrent et fonctionne d'une manière identique ; à l'état isolé, il représente le plus souvent le début d'un torrent ; à l'état d'affluent, le *ravin* devient l'auxiliaire de l'agrandissement du torrent. Dans ce dernier cas, on distingue les *ravins* en principaux, secondaires, tertiaires, etc., suivant le rang qu'ils occupent dans la ramification des affluents d'un torrent donné.

Cela posé, nous dirons d'un torrent qu'il est en *activité* tant qu'il fonctionnera conformément à la définition qui précède, c'est-à-dire tant qu'il affouillera à son amont et déposera à son aval, tant, en un mot, qu'il charriera des matériaux de toutes sortes.

Nous appellerons *éteint* un torrent qui, après une période d'activité plus ou moins longue, se trouve, par suite de circonstances spéciales, ne plus charrier de matériaux, avoir des crues plus longues, moins subites, dès lors moins volumineuses, et passer ainsi à l'état de ruisseau après avoir abandonné ses caractères torrentiels.

Enfin nous entendrons par *correction* d'un torrent ou d'un ravin l'opération qui a pour but : 1° de donner par des travaux spéciaux au lit et aux berges une stabilité telle que l'un soit mis à l'abri des affouillements, et les autres en état de recevoir et conserver la végétation forestière ; 2° de diminuer ou d'arrêter, suivant le cas, le charroi de matériaux provenant de sources étrangères à l'affouillement.

« Il ressort de la définition même des torrents que, si l'on observe attentivement leur cours, depuis leur source la plus élevée jusqu'à leur débouché dans les grandes vallées, on y doit distinguer trois régions qui sont d'ailleurs nettement caractérisées par leur forme, par leur position et par les effets constants que les eaux exercent sur chacune d'elles :

« D'abord une région dans laquelle les eaux s'amassent et *affouillent* le terrain. Elle forme un bassin caché dans la montagne à la naissance du torrent.

« Puis une autre région dans laquelle les eaux *déposent* les

matières provenant de l'affouillement. Elle forme un large lit situé dans les vallées.

« Enfin, entre ces deux régions, une troisième où se fait le passage de l'affouillement à l'exhaussement. On conçoit en effet que, si le torrent passe d'une action à une action directement contraire, il doit exister une limite où finit la première et où la seconde commence. Cette limite, qu'il est toujours possible de déterminer, comprend une région plus ou moins étendue, où les eaux coulent sans affouiller leur canal et sans l'exhausser [1]. »

M. Surell caractérise de la manière suivante ces trois régions : (*de Gayffier,* Pl. 2, 3, 4, 44, 45, 47.)

1° Le *bassin de réception,* « ayant généralement la forme d'un vaste entonnoir diversement accidenté et aboutissant à un goulot placé dans le fond. »

2° Le *canal d'écoulement,* « région placée au-dessous du bassin de réception et à la suite du goulot, dans laquelle il n'y a plus d'affouillement et pas encore de dépôt. Cette région est la moins bien caractérisée et presque toujours la moins étendue. »

3° Le *lit de déjection,* « région où se déposent, d'après des lois régulières, les matériaux, et qui présente la forme apparente d'un monticule très aplati, placé à la sortie de la gorge et accolé à la montagne comme un contrefort. »

Tout le monde est d'accord sur ce qu'on doit entendre par lit de déjection, qu'on a généralement appelé cône, ainsi qu'on le verra plus loin. Le canal d'écoulement se comprend mieux qu'il ne se définit; dans certains torrents, il est parfaitement visible et reconnaissable, mais bien rarement il répond à la stabilité qui fait la base de la définition de M. Surell; de là cette réserve que c'est la région la moins bien caractérisée.

Nous préférons de beaucoup la désignation de *gorge*, adop-

1. — Surell, chap. III, p. 13. (2e édition.)

tée par M. Costa de Bastelica et dont M. Surell se sert dans la définition du lit de déjection.

La *gorge* existe dans tous les torrents : à l'état rudimentaire chez les uns, elle prend de grands développements chez les autres ; elle est facilement reconnaissable et représente le canal qui se trouve entre le goulot et le point où cessent les berges.

Il en résulte que les dépôts peuvent non seulement remonter dans la gorge, mais même la recouvrir sur toute sa longueur, parfois de plusieurs kilomètres, jusqu'au goulot, au pied des escarpements ; dans ce cas très commun, ainsi que dans bien d'autres, le canal d'écoulement de M. Surell n'existe pas, et cependant la gorge se maintient, avec un profil en long variable, toujours contenue dans ses berges et parfaitement distincte, au moins par la forme, du cône de déjection.

Classification des Torrents. — M. Surell a proposé pour les différents genres de torrents une classification basée sur la position que leurs bassins de réception occupent dans les montagnes, et les a répartis en trois genres :

Le premier comprend ceux qui partent d'un col et coulent dans une véritable vallée ; (*de Gayffier,* Pl. 44.)

Le deuxième, ceux qui descendent d'un faîte en suivant la ligne de plus grande pente ; (*de Gayffier,* Pl. 2, 45, 46, 47.)

Le troisième enfin, ceux dont la source est au-dessous du faîte et sur les flancs mêmes de la montagne. (*de Gayffier,* Pl. 3, 4, 8.)

Cette classification ne laisse pas de présenter dans l'application de très nombreuses difficultés, et ne fixe pas suffisamment sur le caractère ou l'importance du torrent.

M. Costa de Bastelica [1], abandonnant cette classification, partage les torrents en deux genres :

1° Les torrents *simples,* ceux qui ne comprennent qu'une gorge à laquelle aboutissent des ravins en plus ou moins

1. — *Les Torrents, leurs lois, leurs eaux et leurs effets,* p. 74. (1874.)

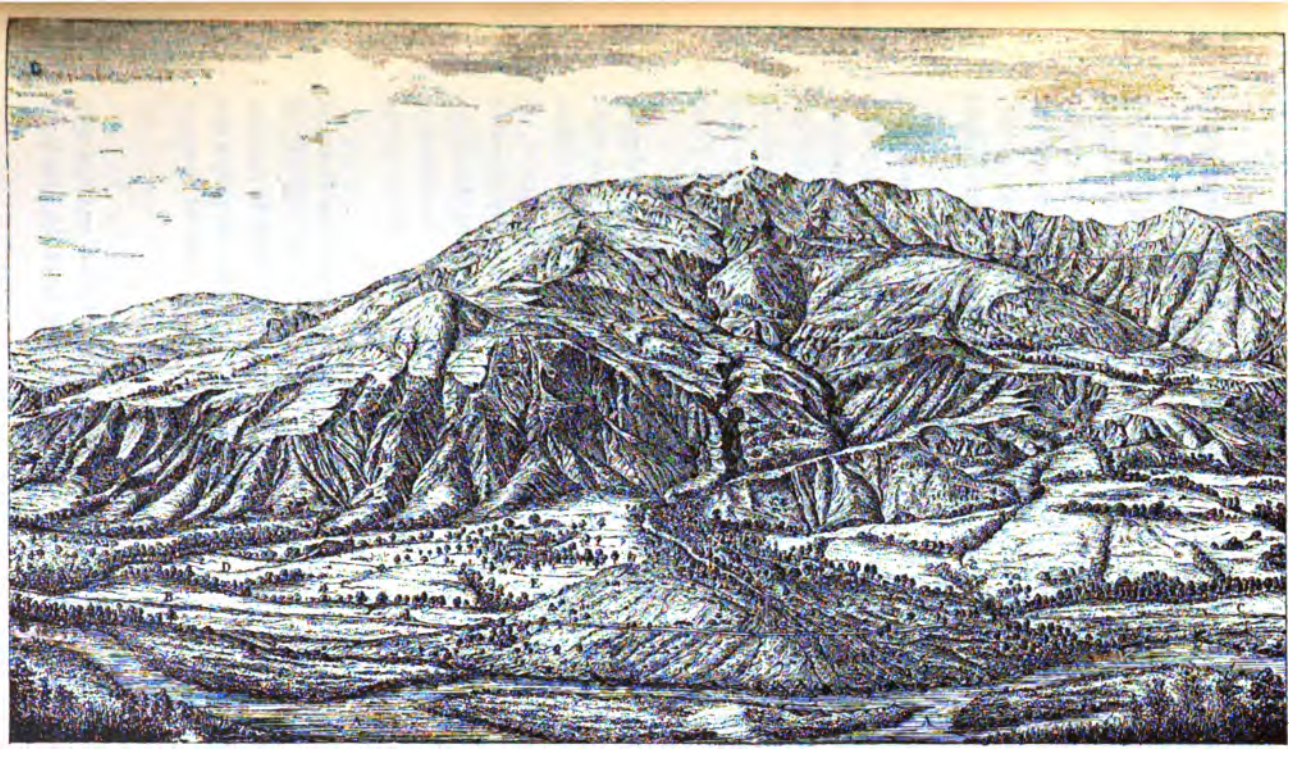


Fig. 1. — Vue du torrent du Bourget (Basses-Alpes). (*de Gayffier*, Pl. 41.)

A. — Ubaye, rivière. Altitude 1174 mètres. — B C. — Route nationale, nº 100, de Montpellier à Coni. — D E F. — Cône de déjections. — D E. — Partie cultivée. — E F. — Lit actuel. — E. — Hameau du Bourget. — M. — Débouché du torrent du Bourget. Altitude 1283 mètres. — G H I. — Combes et ravins dans les terres noires du Lias. — K. — Torrent simple (dit de Rata). — N. — Grandes berges en éboulement. — O. — Quelques-uns des barrages construits. Altitude 1720 mètres. — P. — Campement des ouvriers. — R. — Hameau de Saint-Flavy. — S. — Sommet à 2927 mètres d'altitude.

grand nombre; presque tous les torrents du deuxième genre de M. Surell sont des torrents simples. (*de Gayffier*, Pl. 2, 45 à 47.)

2° Les torrents *composés*, ceux qui sont pourvus de deux ou plusieurs gorges dont l'une est la principale; chaque gorge secondaire pouvant être considérée comme un torrent simple distinct, le torrent composé est donc celui qui est formé par plusieurs torrents simples se réunissant dans une même gorge. La plupart des torrents du premier genre de M. Surell sont des torrents composés. (*de Gayffier*, Pl. 44.)

Tout en adoptant de préférence ces deux dénominations, nous y ajouterons la *combe*, qui se présente sous la forme d'une large échancrure entamant la base ou le flanc d'un versant, profondément rongée par une multitude de petits ravins qui se réunissent presque au même point, sont toujours à sec et ne reçoivent en temps de pluie que l'eau qui tombe sur leur champ d'érosion; dans la *combe*, la gorge n'existe qu'à l'état rudimentaire. (*de Gayffier*, Pl. 3, 5, 12 à 14.)

Ces classifications, qui ont pour but de fixer par une simple désignation l'importance d'un torrent donné, sont loin d'atteindre le résultat cherché. Tel torrent simple peut être bien plus dangereux que tel autre torrent qui sera composé, et d'autre part, il arrive souvent qu'une combe peut présenter des dangers bien autrement sérieux qu'un torrent des deux autres genres adoptés. D'où il suit que cette classification peut ne procurer à l'esprit d'autre idée que celle de la forme qu'affecte tel torrent donné.

La figure 1 donne la vue d'ensemble du torrent du Bourget (Basses-Alpes), qui appartient au deuxième genre (Surell) et forme un torrent composé (Costa) avec complication de *combes*.

Les figures 2 et 3 représentent des exemples en plans des trois genres de torrent : le torrent *simple*, le torrent *composé* et la *combe*.

Action des Torrents dans l'étendue de leur Cours. — Quel que soit le genre auquel ils appartiennent, les torrents fonction-

nent tous de la même manière, ainsi qu'il résulte de leur définition même.

Afin de passer complètement en revue la série des phéno-

Fig. 2. — Plan du périmètre de Saint-Pons (Vallée de Barcelonnette). (*de Gayffier* Pl. 44.)

Équidistance des courbes : 40 mètres. — Les parties rayées indiquent le périmètre.

Torrents composés	le Riou Bourdoux.	1er genre : Surrell.		
	la Valette.....	3e	—	—
Torrents simples	la Bérarde.....	2e	—	—
	Saint-Pons.....			
Combes	Bouzoume.....	3e	—	—
	Saint-Bernard.....			

mènes qui se produisent dans les diverses phases de l'activité des torrents, considérons, pour bien fixer les idées, le torrent le plus simple et observons les différents états sous lesquels il se présente successivement. Cette analyse nous sera d'au-

tant plus facile que les exemples ne font pas défaut et four-

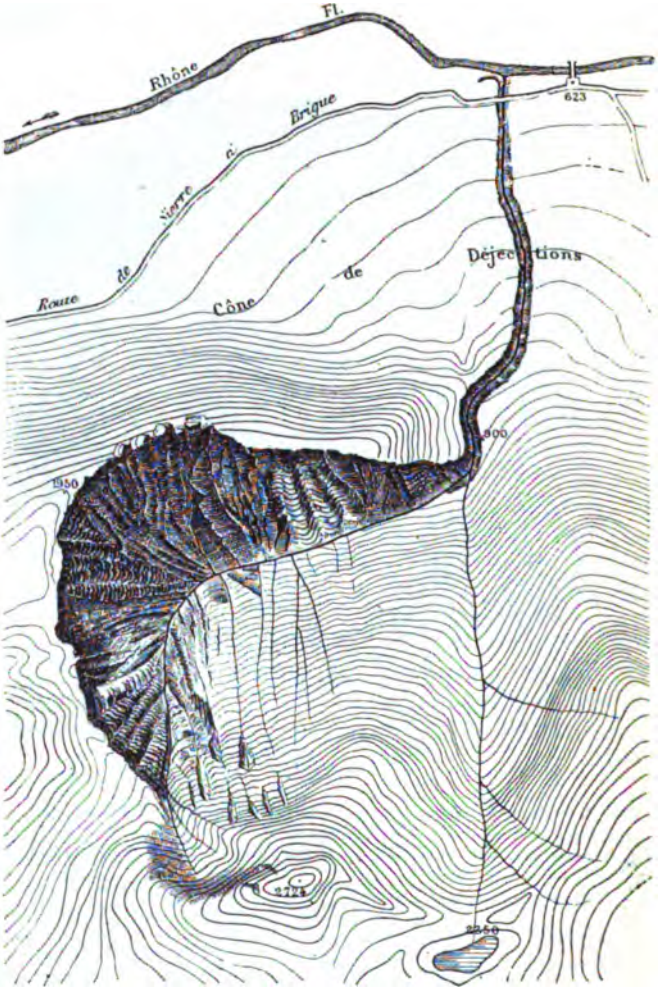


Fig. 3. — Combe de l'Illgraben (Valais).
Équidistance des courbes : 25 mètres.

nissent les diverses conditions des différents âges que nous avons à considérer.

Chaque année, soit au printemps, à la suite d'une fonte subite de neige, soit en été, à la suite d'un violent orage, on peut constater, sur certains versants rapides, la brusque apparition d'un ravin que la topographie des lieux ne pouvait faire présager. Ce ravin présente dans la partie inférieure l'aspect d'un grand sillon qui aurait été ouvert bien droit sur la ligne de plus grande pente par une charrue colossale à double versoir.

A droite et à gauche du sillon on trouve en effet une sorte de digue composée de matériaux de toutes sortes, le plus souvent très régulière et surmontant de toute sa hauteur le terrain naturel. A la base du sillon se trouve un amas de matériaux provenant de l'amont et étalé en un lit de déjection présentant une forme d'éventail symétrique par rapport à l'axe.

Soit donc (*fig.* 4) BC le profil en long du versant, RB celui de la vallée et RR celui de la rivière; si l'on relève le profil en long de ce sillon et du lit de déjection, on obtient une courbe concave vers le ciel *ed* représentant le profil de la partie affouillée et une courbe convexe *ea* représentant le profil des dépôts.

Si, pendant un certain temps, aucune fonte extraordinaire de neige ou aucun orage violent ne projette subitement une grande masse d'eau dans la brèche ainsi formée sur le versant; si, dès lors, cette brèche n'a eu à subir que le simple effet des eaux ordinaires, les nouveaux profils en long que l'on trouvera seront figurés par deux courbes telles que ED et AE, toutes deux concaves vers le ciel et représentant, la première le profil des dépôts, la seconde le profil des affouillements.

Qu'après une période de calme survienne un nouvel évènement météorologique extraordinaire, il se produira à l'amont du point D un nouvel affouillement qui aura pour conséquence un nouveau dépôt, et le profil en long du torrent se trouvera représenté par la courbe convexe *a'e'* et la courbe concave *e'd'*, après quoi, les conditions météorologiques redevenant normales pendant plusieurs années, le profil se modifiera de nouveau suivant les deux courbes concaves A'E' et E'D'.

Si le sol compris entre les points B et C se trouve encore affouillable, les mêmes alternatives survenant à nouveau, le torrent présentera successivement le profil *a''e''d''*, composé de *a''e''*, courbe convexe, *e''d''*, courbe concave, bientôt suivi par le profil A''E''D'', composé de deux courbes concaves.

Ainsi donc, tandis que la courbe qui représente les affouillements demeure constamment concave, la courbe des dépôts passe alternativement de l'état convexe à l'état concave; mais elle n'est convexe qu'au lendemain de grands évènements météorologiques, tandis que dans les conditions de calme elle passe et demeure à la forme concave.

Cette concavité, qui devient ainsi le signe d'une sorte de régularité dans le travail du torrent, résulte de ce qu'en hydraulique on nomme le *triage des matériaux*.

Dans le cas d'une crue ordinaire, les matériaux entraînés marchent indépendants les uns des autres et s'arrêtent successivement aussitôt que leur résistance devient supérieure à la force d'entraînement; les plus gros blocs s'arrêtent les premiers, puis les galets, les graviers, enfin les sables plus ou moins terreux, ce qui détermine la concavité de la courbe[1].

De ce qui précède il résulte évidemment que si un jour la courbe du lit de déjection vient à se présenter sous la forme convexe, on peut être certain que la loi du triage des maté-

1. — La vitesse d'une pierre sera d'autant plus grande que la pierre est plus petite. Toutes les pierres sont donc entraînées avec des vitesses inégales. Le grain de sable fuira avec une grande vitesse, le gravier le suivra de près, mais plus lentement, le galet plus lentement encore, et ainsi de suite jusqu'aux plus grosses pierres qui rouleraient péniblement.

Le résultat de cette action est une séparation des matériaux d'après leur grosseur. (Costa de Bastelica, *Les Torrents et leurs lois*, p. 25. (1874.)

Toutes les matières entraînées se classent d'après leur poids et leur volume. Toutes les pierres d'une même résistance et ayant par conséquent une même vitesse, limite d'entraînement, tendront donc à former une pente correspondante à cette vitesse limitée. Le dépôt de toutes les matières tendra à son tour à former une série de pentes, celles-ci allant en croissant vers l'amont.

Ces pentes iront en croissant de plus en plus vers l'amont, par la raison que si les dimensions des pierres suivent une loi arithmétique, leur résistance

Fig. 4.

Figures 4 et 10.
Profil en long et Plan d'un Torrent idéal.

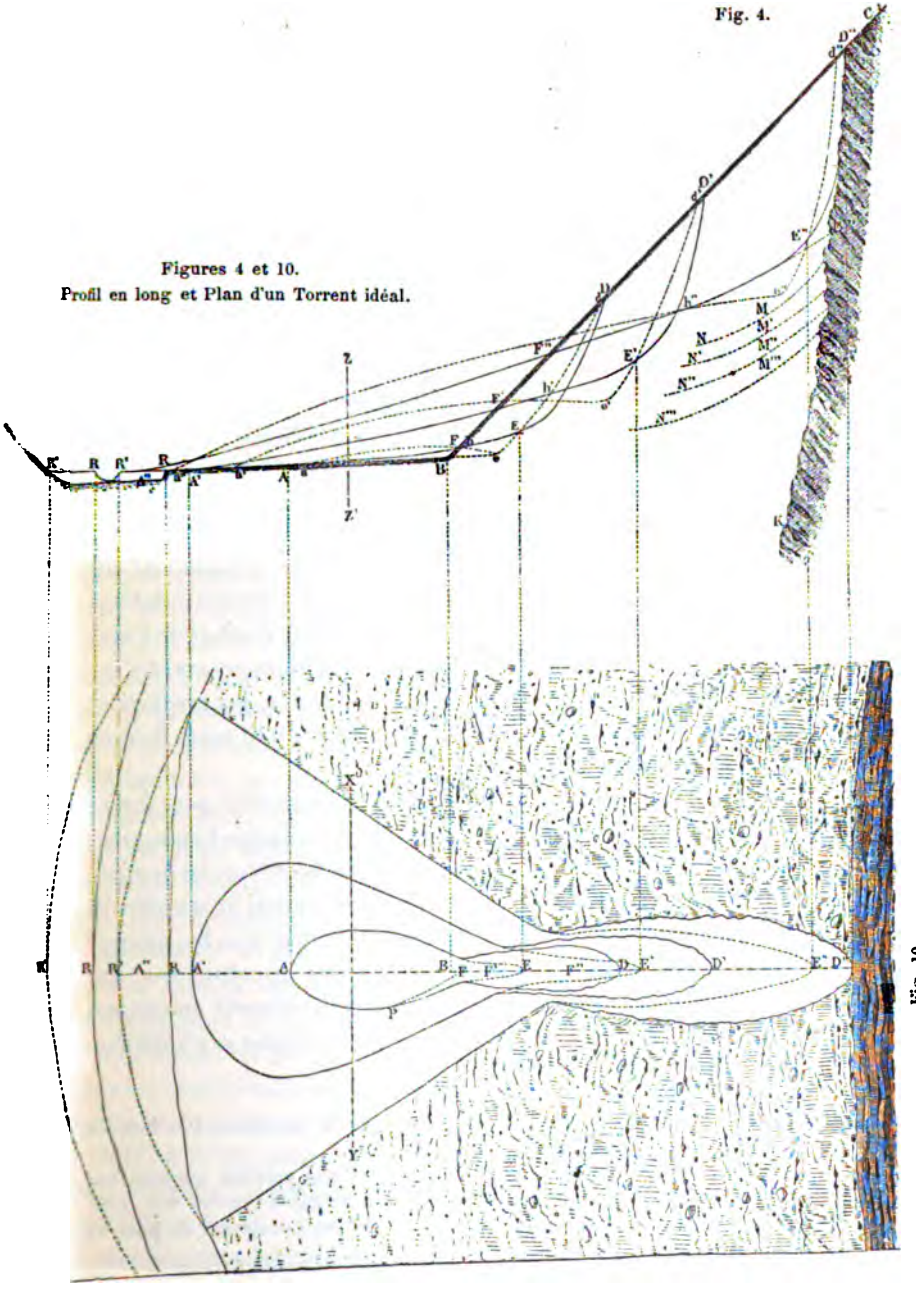


Fig. 10.

riaux a été suspendue. Si l'on examine alors attentivement le lit de déjection, au lieu de rencontrer les grosses pierres exclusivement à l'amont et au sommet du lit, on en trouve au contraire en grandes quantités à son extrémité aval, en mélange avec des matériaux de toutes dimensions. Le dépôt présente alors une apparence de désordre chaotique qui provient de ce que l'entraînement des matériaux s'est opéré par transport en masse donnant lieu à des *laves*. On appelle ainsi le courant qui se produit à la suite de certaines grandes crues, sous forme de boues plus ou moins épaisses dans lesquelles la quantité des matériaux entraînés dépasse de beaucoup le volume de l'eau, d'où il résulte que tous les matériaux, se touchant presque, perdent leur indépendance commune. Mais, au bout d'un certain parcours, les plus grosses pierres, en vertu de la vitesse acquise, tendent à dépasser les plus petites. Au moment où le courant débouche dans la plaine, sur des pentes relativement très douces, l'effet du ralentissement se produit de l'aval vers l'amont, les grosses pierres qui sont alors en avant s'arrêtent d'abord, puis à leur amont les galets, les graviers et enfin les plus petits matériaux; la courbe du lit ainsi formée devient dès lors convexe.

On conçoit aisément que la courbe convexe *ae* ne peut durer longtemps; aussitôt en effet que cesse le transport en masse, la loi du triage reprend le dessus et la courbe AE prend la place de *ae;* la section *he*E se trouve remblayée, tandis qu'un affouillement se produit de *h* vers A. Il est évident que les mêmes effets se présenteront après chacune des grandes laves qui pourront arriver à la suite de nouveaux transports en masse.

Ce que nous venons d'indiquer pour la courbe *ae* s'applique donc également à *a'e'*, *a''e''*, etc.

suit une loi géométrique qui est celle du carré de la vitesse. Dès lors les pentes croîtront de plus en plus rapidement.

Si l'on suppose que les matériaux passent d'une manière continue par tous les degrés de grandeur, le profil en long du dépôt prendra une courbure dont la concavité sera tournée vers le ciel en se relevant de plus en plus vers l'amont. (Même ouvrage, p. 40.)

Cependant le lit de déjection ne peut s'exhausser indéfiniment, et l'on doit admettre que son profil finira par prendre une pente telle qu'en un point quelconque il descende autant de matériaux vers l'aval qu'il en arrive de l'amont : ce sera le rofil que M. Breton a nommé *profil de compensation*, et M. Surell la *pente-limite*. On conçoit facilement que ce profil une fois atteint ne pourra se maintenir qu'autant que le torrent ne cessera pas de charrier en un temps donné une quantité égale de matériaux identiques. La stabilité de ce profil de compensation est donc précaire et varie avec la quantité et les dimensions des matériaux charriés. D'où il résulte que, si par une cause quelconque le torrent venait à ne plus donner que de l'eau claire, le lit de déjection subirait à son tour une série d'affouillements analogues à ceux opérés dans la montagne; le profil en long du nouveau lit irait en s'abaissant de plus en plus jusqu'à ce que la résistance des matériaux les plus mobiles fît exactement équilibre à la puissance d'entraînement, auquel cas l'eau n'entraînerait plus aucune pierre. Ce dernier profil, M. Breton l'a nommé *profil d'équilibre*, et nous conserverons précieusement cette dénomination.

Admettons, par hypothèse, qu'à partir de D″ le terrain affouillable fasse place à une roche très dure, dont la coupe soit en D″K; supposons en outre que le profil A″E″ soit le profil de compensation. Dans ces conditions, la propagation de l'affouillement vers l'amont va s'arrêter nécessairement; le profil E″D″ ira se redressant de plus en plus jusqu'à se confondre avec la ligne rocheuse D″K, de sorte que le profil de compensation deviendra A″E‴. Arrivé là, la quantité des matériaux charriés venant à diminuer, les eaux deviendront de plus en plus affouillantes, et le profil de compensation s'abaissera peu à peu en prenant successivement les positions A″NM, A″N′M′, A″N″M″, jusqu'à ce qu'il atteigne A″N‴M‴ représentant par exemple le profil d'équilibre convenant à la nature des matériaux du lit. Le profil définitif ainsi obtenu se composera d'une courbe allant s'aplatissant de plus en plus vers l'aval et

se redressant de plus en plus vers l'amont. Telle est la courbe finale de tout torrent qui, livré à lui-même, viendrait à ne plus donner que de l'eau claire.

Après avoir ainsi passé en revue les diverses modifications que peut subir le profil en long d'un torrent, examinons ce qui se passe dans les profils en travers.

Aussitôt après le premier affouillement *ed* opéré, le profil en travers dans la partie supérieure de cette courbe donne une section presque triangulaire *abc* (*fig.* 5). Mais, dans la partie inférieure de la courbe, la section (*fig.* 6) présente sur ses deux bords un dépôt chaotique de matériaux de toutes dimensions disposés sous forme de talus *dd'* parfois très réguliers. Enfin le profil en travers du lit de déjection pris suivant les lignes XY (*fig.* 10) et ZZ' (*fig.* 4) donne pour le dépôt *ae* une courbe présentant vers son sommet une convexité très prononcée, et vers ses deux extrémités au contraire une certaine concavité. Au sommet même on remarque une large dépression indiquant le passage des eaux principales, bordé de chaque côté, comme en amont du point *e*, par une sorte de digue ayant l'aspect de fortes bavures (*fig.* 11). Lorsque le courant de matières a débouché en B sur la plaine, n'étant plus resserré entre les berges et trouvant un fort changement de pente, il s'est aplati et épanoui en un vaste éventail, le ralentissement se faisant de plus en plus sentir à mesure que l'éloignement du point B devenait plus grand. Mais en même temps, en vertu de la vitesse acquise, il s'est maintenu, dans la direction générale du torrent, un courant principal suivi de préférence par les plus grosses pierres. Toutes celles qui venaient à gêner le courant ont été rejetées par lui sur les bords, en mélange avec des matériaux de toutes sortes; en même temps se produisaient à gauche et à droite des épanchements du cours principal ; mais dès ce moment ces dérivations étaient soustraites aux effets du transport en masse. La loi du triage avait donc repris le dessus et classé les matériaux d'après leur volume respectif, ce qui a donné naissance à la dépression con-

cave qui termine la courbe convexe du profil en travers.

Les profils en travers (*fig.* 7, 8 *et* 9) indiquent les divers états du torrent aux différentes époques que nous avons considérées dans l'examen du profil en long. Après le premier grand affouillement *ed*, le profil E est formé par les deux lignes *a'b'* et *b'c'*. Le chenal ainsi défini est vide alors, mais tend à se remplir peu à peu, et quand le profil en long, se creusant de plus en plus vers l'amont, a atteint E'D', le profil en

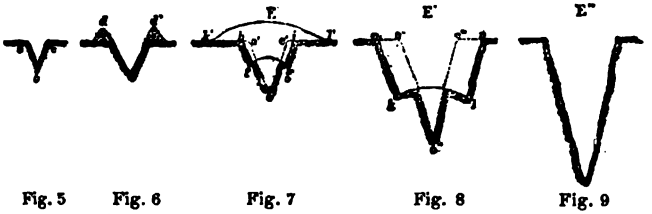


Fig. 5 Fig. 6 Fig. 7 Fig. 8 Fig. 9

Profils en travers successifs du Torrent.

travers E se remblaye dans la section jusqu'en *fg* et devient *hfgi* par suite de l'exhaussement du dépôt, qui remonte ainsi dans le lit du torrent. En même temps en E' (*fig.* 8) le profil en travers devient *a''b''c''*, formant un chenal vide. Le torrent s'est donc fortement creusé et a produit ainsi des berges de plus en plus hautes. Ce nouveau chenal, comme le premier,

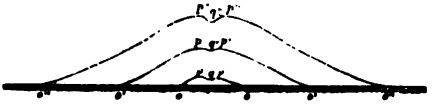


Fig. 11. — Coupe en travers du Cône de déjections.

tend à se remplir peu à peu, et quand le profil en long arrive à E''D'' (*fig.* 4), le profil en travers devient *mkln* (*fig.* 8) ; le dépôt a remonté jusqu'à E'' (*fig.* 4), où le profil en travers indique (*fig.* 9) un creusement du lit de plus en plus formidable ; quant au profil *hfgi* (*fig.* 7), il disparaît enfoui sous les déjections et devient *k'l'* (*fig.* 7). Ces exhaussements se produisent simultanément sur le lit de déjection, dont les profils en *xy* deviennent successivement *opqpo*, *o'p'q'p'o'*, et *o''p''q''p''o''* (*fig.* 11).

En même temps que les dépôts remontent dans le canal d'écoulement, le sommet du cône s'élève graduellement et passe successivement de F en F' et en F'', de sorte que les berges situées de F en F' et de F' en F'' finissent par disparaître sous le développement du cône (*de Gayffier*, Pl. 44).

Généralement les choses sont loin de se passer aussi régulièrement que nous venons de l'indiquer. Les eaux des différentes crues divaguent sur le lit de déjection; tantôt elles déposent sur une partie seulement de la surface, et après l'avoir exhaussée elles vont produire le même effet sur le reste; mais, dans tous leurs divers mouvements, elles ne cessent de fonctionner comme nous l'avons exposé. Il est évident que la pente générale d'un lit de déjection varie avec la nature des matériaux qui composent la masse de ces déjections; plus ces matériaux seront volumineux, plus la pente du lit sera relevée.

On a donné, et l'usage l'a adopté, au grand éventail qui forme ainsi le lit de déjection, le nom de *cône*, bien que, d'après ce qui précède, ce dépôt ne présente pas en réalité une surface conique. Mais si, négligeant pour un moment la circonstance de la courbure du profil en long, on admet qu'elle se change en une ligne droite, le cône de déjection, au moins dans la majeure partie de la durée de son accroissement, ne pourra être considéré comme une partie d'un cône régulier à base circulaire, présentant sur toute sa surface des arêtes d'égale longueur et dès lors de même pente. D'après ce que nous avons exposé des effets du transport en masse combinés avec ceux du triage, le cône de déjection doit, au contraire, dans les premières années de sa formation, donner en plan la figure d'une partie d'ellipse dont le cours générateur est le grand axe [1] (*de Gayffier*, Pl. 2, 4, 44, 41 *à* 47.)

Il en résulte (*fig.* 10) que la ligne FP est plus courte que la ligne FA et que la pente FP est plus raide que la pente FA. Dès lors, pour peu que dans son cours le torrent trouve en F

1. — Viollet-le-Duc, *Le Massif du mont Blanc*, p. 186.

le moindre obstacle, il tendra à quitter le lit FA pour couler plus rapidement sur la pente FP, sur laquelle il opérera le même travail que sur FA en prolongeant le cône, et par suite en l'exhaussant dans cette partie; comme il n'y a aucune raison qui s'oppose à ce que le courant se transporte de la même manière à toutes les positions que peut prendre la ligne FP sur la surface primitivement ellipsoïdale, en tournant sur F comme pivot, les différentes lignes FP tendront à prendre toutes une même longueur, égale à AF; par suite, la base du cône abandonnera peu à peu la forme elliptique pour devenir circulaire. Si les circonstances s'y prêtent, le cône, en se prolongeant vers l'aval, refoulera la rivière en R'R' vers la rive opposée, et changera même son cours tant que cette rive pourra être affouillée, et que les matériaux du cône ne pourront être entraînés par le courant (*de Gayffier*, Pl. 44.)

Mais, si la rive opposée est inaffouillable, le cône ne pourra se prolonger dans la direction perpendiculaire à la rivière, tandis que rien ne l'empêchera de s'épanouir dans la plaine suivant les autres directions; cette ligne perpendiculaire deviendra donc la direction de la plus grande pente et du plus court charroi, et formera l'arête principale du cône.

Les crues moyennes l'affouilleront fortement en raison de sa pente plus grande, le courant s'y encaissera de plus en plus et, le profil de compensation venant à s'y établir, le reste du cône pourra être mis à l'abri de tout dépôt nouveau de matériaux, à la condition toutefois que la rivière entraîne tous les matériaux amenés dans son lit.

On rencontre dans les Alpes françaises un certain nombre de torrents qui se sont ainsi encaissés d'eux-mêmes dans leurs anciennes déjections; mais le plus bel exemple que nous puissions citer nous est fourni par le grand torrent d'Illgraben (*fig.* 3), canton du Valais, dont le cône de déjection dans la vallée du Rhône est l'un des plus vastes parmi ceux appartenant à des torrents actuellement en activité.

Nous avons dit que le dépôt que l'on est convenu d'appeler

cône de déjection ne pouvait être représenté par une portion de la figure géométrique de ce nom. La description le plus heureusement trouvée nous paraît être celle que, dans son *Étude sur les torrents* (p. 99), M. Costa de Bastelica donne dans les termes suivants : « Si l'on veut se faire une idée géométrique exacte d'un cône de déjection, on n'a qu'à imaginer une surface engendrée par un arc bandé glissant sur l'arête centrale comme directrice et se débandant progressivement. »

Il est évident que la pente générale d'un cône varie avec la nature des matériaux qui composent la masse des déjections; plus ces matériaux seront volumineux, plus le cône sera relevé.

Les formes générales des cônes de déjection sont susceptibles de certaines variations qui dépendent surtout des travaux que la main des hommes a pu y exécuter, pendant et après leur formation; c'est ainsi que dans les Alpes françaises, notamment dans les vallées de la Durance et de ses affluents, on rencontre une myriade de petits cônes dont la forme est devenue pyramidale, ou même prismatique. Cet effet est dû à l'encaissement qu'on a imposé et maintenu au torrent sur son cône au moyen de digues quelconques entretenues, exhaussées ou renouvelées d'année en année jusqu'au jour où le profil en long de cet encaissement a pu arriver à la pente-limite.

Aussi dans ces vallées voit-on les moindres ravins donner naissance à ces sortes de grandes levées, sur l'arête desquelles coulent les eaux pluviales, à une hauteur souvent si considérable au-dessus des cultures, que les routes ou les voies ferrées sont obligées de les traverser au moyen de petits tunnels.

Tels sont les différents phénomènes qui se produisent dans le fonctionnement du torrent simple, pris pour exemple, pendant les différentes phases de son activité.

Si, au lieu d'admettre qu'en D″ se trouve une roche dure et indestructible, nous supposons qu'en C se trouve la ligne de

faîte qui domine le versant et que jusque-là le sol soit affouillable, nous aurons le torrent du deuxième genre de M. Surell; si nous maintenons qu'en D″ se trouve un banc de roche indestructible, mais supportant à son amont un sol affouillable, il se passera de D″ en C ce que nous avons indiqué de B en D″, les mêmes lois présideront à l'affouillement, dont les produits iront grossir le cône situé dans la plaine et le profil du torrent dessinera une cascade.

Il en sera de même pour un torrent composé; des phénomènes identiques se produiront dans chacune de ses branches pour aboutir à la constitution d'un cône de déjection à la base de la gorge principale.

L'affouillement dans le bassin de réception, tout en étant la source de production la plus générale et la plus puissante des matériaux, n'est pas la cause unique qui alimente indifféremment tous les torrents. Dans les hautes montagnes, les glaciers sont continués à leur aval par des torrents auxquels ils fournissent les matériaux de toutes sortes qu'ils ont arrachés aux versants ou recueillis de leur décomposition.

Mais en dehors encore de la région des glaciers, bon nombre de torrents sont sujets à recevoir vers leur naissance une quantité plus ou moins importante de matériaux dont la production est étrangère à leurs affouillements; cette circonstance se manifeste dans tous les torrents dont les bassins de réception sont dominés ou surmontés par des assises plus ou moins puissantes de rochers situés à des altitudes supérieures à celle de la végétation, et sur lesquels dès lors les influences atmosphériques opèrent avec une intensité que rien ne vient contrarier. Au pied de ces rochers on rencontre souvent d'énormes amas de pierres de toutes dimensions provenant de la décomposition de la roche par les gelées et déposées soit par suite d'éboulis directs, soit par les avalanches du printemps.

Ces matériaux ainsi accumulés offrent des aspects variés; tantôt ils forment sur les versants de grandes nappes nivelant

les petites dépressions du sol, tantôt ils recouvrent toutes les parois d'un cirque et présentent la forme d'un vaste entonnoir, tantôt enfin ils affectent la forme régulière d'un cône de déjection, soit qu'ils proviennent d'éboulis passant par un couloir, soit qu'ils aient été entraînés par les avalanches du printemps. La disposition des matériaux dans toutes ces accumulations est toujours inverse à la loi du triage des matériaux charriés par les eaux; les plus gros sont à la base des cônes ou des amas, tandis que les plus petits en occupent le sommet; ces immenses champs de pierres, connus dans les Alpes sous le nom de *Clappes* ou de *Casses*, renferment souvent des matières terreuses enfouies dans les interstices de pierres à des profondeurs variables (*de Gayffier*, Pl. 1, 9, 10, 11, 15, 35, 36).

On conçoit qu'il doit arriver un moment où les amas ne peuvent plus s'exhausser et parviennent comme les cônes de déjection des vallées à leur pente-limite, de sorte que la source de production ne tarissant pas, les matériaux sont envoyés dans les régions inférieures, où ils viennent apporter aux torrents un surcroît de charroi parfois très important.

Telles sont les considérations auxquelles nous avons dû borner les généralités sur les torrents et pour le développement desquelles nous renvoyons aux ouvrages précédemment indiqués.

Il en résulte que les torrents peuvent se répartir en deux classes d'après les conditions de l'origine des déjections qu'ils charrient :

La première classe comprendra les torrents dont les déjections sont uniquement le produit de l'affouillement des eaux dans le versant des montagnes : nous les dénommerons *torrents à affouillements*.

La deuxième renferme :

1° Les torrents qui prennent dans l'affouillement une partie seulement des matériaux et reçoivent le reste par le simple effet de la pesanteur qui précipite dans leur lit les débris de la désagrégation des rochers supérieurs;

2° Les torrents qui sont alimentés par les glaciers.

Nous nommerons les premiers *torrents à casses* et les seconds *torrents glaciaires.*

Dans les parties moyennes ou inférieures de leur cours, ces torrents se comportent évidemment comme ceux à affouillement et n'en diffèrent que par leur régime dans la région supérieure. On conçoit à priori que si l'on peut se donner pour but l'extinction complète des torrents à affouillements, l'on se trouve dans l'obligation de se contenter de la simple correction pour les torrents de la deuxième classe.

L'étude du travail qui s'opère dans le sein de la montagne pendant la période d'activité de ces torrents aura pour conséquence la discussion et le choix des moyens les plus rationnels en même temps que les plus efficaces à employer pour arriver économiquement à la complète extinction des uns et à la simple correction des autres.

Pour le moment, nous ne nous occuperons dans ce qui va suivre que des torrents de la première classe, nous réservant de signaler en temps opportun les différences que pourra présenter le traitement des autres.

CHAPITRE II

TRAVAIL DES TORRENTS DANS LE SEIN DE LA MONTAGNE

EFFETS PRODUITS PAR LES EAUX. — Description du torrent pris pour exemple. — Effets d'un orage dans le bassin de réception. — Formation des laves. — Éboulements. — Glissements. — Fonte des neiges. — PUISSANCE DE L'AFFOUILLEMENT. — Effets de la végétation sur le sol.

Effets produits par les Eaux. — Afin de bien étudier le travail qu'opère dans le sein de la montagne un torrent en activité, prenons pour exemple un des types qu'on rencontre le plus souvent dans les Alpes et indiquons d'abord les diverses conditions où il se trouve :

Son bassin ne renferme aucune végétation forestière, sur bien des points même l'herbe fait défaut et le sol est absolument nu.

Les pentes, partout très fortes, deviennent à certains endroits excessives et atteignent jusqu'à 120 pour 100, notamment dans les berges dont la hauteur dépasse souvent 100 mètres.

Le profil en long du torrent présente une sorte de courbe très concave vers le ciel, relativement aplatie à son aval, mais de plus en plus redressée vers l'amont, offrant des pentes passant successivement de 6 à 50 centimètres par mètre.

Le terrain appartient aux étages secondaire et tertiaire ; à la base et jusqu'au milieu de la montagne s'étendent des

marnes oxfordiennes qui supportent, soit le grès du flysh, soit des terrains nummulitiques. Tantôt le sol est formé des débris des rochers supérieurs accumulés au pied des escarpements en grandes masses très épaisses, renfermant dans leur sein des blocs de toutes dimensions en mélange avec les matières terreuses; tantôt la roche apparaît absolument nue et livrée à toutes les influences atmosphériques; tantôt enfin, la roche supporte une couche plus ou moins épaisse de terre végétale.

Les altitudes extrêmes sont par exemple à la base du cône de déjection de 1,100 mètres et au sommet de la montagne, à l'origine du torrent, de 3,000 mètres.

Le bassin de réception présente une superficie de 5 à 600 hectares au plus, en forme de cirque, ou mieux, de vaste entonnoir, sillonné par une multitude de ravins de tous ordres aboutissant à la gorge principale à peu de distance les uns des autres.

Ces conditions, qui sont celles de la plupart des torrents alpestres, étant admises par hypothèse, examinons ce qui va se passer au moment et à la suite immédiate d'un violent orage, venant à éclater dans le bassin de réception :

La pluie commence à tomber avec une intensité telle que souvent, en moins de vingt minutes, les pluviomètres indiquent une lame de 5 à 6 centimètres d'épaisseur. Les eaux, que rien n'arrête sur ces vastes versants à pentes excessives, se réunissent dans la moindre dépression et entraînent les éléments terreux servant d'appui aux pierres petites ou grosses qui, perdant leur assiette antérieure, descendent vers le milieu de chaque petite dépression. (*de Gayffier*, Pl. 5, 6 *et* 7.) Arrive la grêle, bien plus redoutable encore; car, aux résultats de l'entraînement produit par les eaux, viennent s'ajouter les effets mécaniques de la chute de la grêle elle-même, effets qui, dans certains terrains, sont terribles; elle opère un déchaussement soudain à l'entour des matériaux rocheux, qui, perdant simultanément leur assiette, se précipi-

tent presque instantanément dans le thalweg de chaque ravin. Ces effets de la grêle très caractérisés sont les plus justement redoutés par les riverains des torrents, admis de longue date à observer leur puissance destructive.

Ces matériaux une fois en mouvement, poussés par les eaux, se précipitent au fond des ravins où la masse liquide n'a pas tardé à acquérir une puissance considérable, roulent pêle-mêle avec elle, et bien souvent la précèdent en vertu de leur vitesse acquise. Leur frottement, sur les berges d'abord, dans le fond du thalweg ensuite, facilite singulièrement l'entraînement des matériaux partout où le lit en est recouvert d'une couche plus ou moins épaisse. Si au contraire le fond du lit est composé de roches tendres telles que les marnes du lias, il se creuse profondément sous l'influence du labour énergique produit par l'entraînement des matériaux en mélange avec l'eau. De sorte qu'en très peu d'instants tous les ravins, fonctionnant de la même manière et au même moment, précipitent brusquement dans la gorge une véritable avalanche liquide dont la puissance destructive est en fonction de la largeur du lit, de la pente du profil en long et de la régularité ainsi que de la solidité des berges. Le moindre obstacle que rencontre la masse liquide la détourne de l'axe du thalweg et la précipite sur une berge dont le pied, rapidement miné, ne tarde pas à disparaître en provoquant l'éboulement des terrains supérieurs. Ces effets destructifs se répètent successivement et provoquent ainsi une série d'éboulements dont les masses, s'ajoutant aux masses descendant de l'amont, forment ces grandes débâcles si justement dénommées *laves*[1].

Ces éboulements partiels dans les berges ne sont pas les seuls effets que produise l'affouillement dans le lit des torrents. Il arrive souvent qu'au-dessus des berges vives se manifestent des glissements de pans de montagne occupant des surfaces parfois très vastes, tantôt sur une seule rive du tor-

1. — Voir la note A sur la marche des laves, page 401.

rent, tantôt sur ses deux rives, tantôt même dans tout l'ensemble du bassin de réception sur les rives de plusieurs grandes branches, si le torrent est composé.

D'une part, l'affouillement du lit, dans le sens du profil en long, tend à augmenter la hauteur des berges précisément dans les parties où le fond du lit est le plus susceptible d'être creusé.

D'autre part, l'affouillement du pied des berges, dans le sens du profil en travers, dû à l'irrégularité du cours et à la violence des crues, préparant d'abord et provoquant ensuite l'éboulement, à un moment donné, d'une portion des berges, détermine un élargissement momentané du profil en travers. Mais, dès que cette portion de berge, qui servait d'appui à la tranche de terrain reposant sur le plan de glissement, a été enlevée, les terrains perméables ne tardent pas à entrer en mouvement sous l'influence des eaux surabondantes qui s'écoulent souterrainement sur le plan de glissement formé de roches ou de terrains imperméables. Le mouvement s'arrête lorsque la tranche glissante est venue s'appuyer sur le fond du lit, voire même contre la berge opposée; le profil redevient alors resserré, il se maintient ainsi jusqu'à ce qu'une nouvelle crue vienne le rélargir à nouveau et permettre le retour du mouvement de glissement et ainsi de suite. De là ces séries de gradins échelonnés qu'on rencontre toujours dans ces sortes de terrains en suivant un profil en travers donné. (*de Gayffier*, Pl. 17.)

Ce rapide exposé des phénomènes qui se manifestent dans le bassin de réception d'un torrent au moment d'un violent orage s'applique également, et en tous points, aux effets produits par une fonte subite de neige sous l'influence d'un coup de vent très chaud.

Puissance de l'Affouillement. — L'observation et l'analyse de ces phénomènes amènent à cette conclusion que leur cause unique se résume dans l'affouillement, dont la puissance dé-

pend des conditions que présente un lieu donné aux divers points de vue de son climat spécial, de sa situation topographique, de la nature géologique du terrain ainsi que de l'état de la superficie, et dont le résultat est une instabilité permanente du sol, tantôt simplement à la surface, tantôt jusqu'à de très grandes profondeurs.

Le problème de l'extinction d'un torrent consiste donc *à supprimer l'affouillement* en combattant les éléments de puissance qu'il reçoit des conditions spéciales du lieu et parmi lesquelles un petit nombre seulement est susceptible de modifications.

On ne peut songer, en effet, à apporter le moindre changement aux conditions de la nature géologique du terrain. Il en est de même pour le climat en général, et tout au plus est-il possible d'espérer parfois quelques modifications au climat local. Restent donc les conditions que présentent la topographie et l'état de la superficie du sol.

C'est donc exclusivement dans ces deux conditions que l'on doit chercher les éléments du combat et la certitude de la victoire.

Pour cela il faut protéger le sol contre l'effet mécanique des grosses pluies et des grêles, diviser à sa surface les eaux pluviales, en retenir une bonne partie, ralentir l'écoulement du reste, retarder leur agglomération dans les ravins et empêcher leur rassemblement simultané dans la gorge principale.

D'après ce que nous avons dit des causes de l'érosion superficielle, il est évident que l'unique moyen de la supprimer consiste à recouvrir le sol d'une cuirasse protectrice qu'on ne peut trouver que dans la production d'une végétation, soit herbacée, soit ligneuse, qui, par son couvert, protégera le sol contre l'effet mécanique de la pluie ou de la grêle, par ses feuilles, ses racines et son humus retiendra une partie des eaux ou la fera pénétrer en terre, et qui enfin, par les innombrables obstacles fournis par ses tiges, divisera et ralentira l'écoulement du reste des eaux et retardera leur concentration.

D'où il résulte que plus affouillable sera le terrain tant par sa nature minéralogique que par la raideur de sa pente, plus il faudra chercher à procurer de puissance à la couverture de végétation.

Mais pour introduire et surtout maintenir la végétation, soit herbacée, soit ligneuse, adoptée suivant les cas, il est indispensable que le sol présente une stabilité suffisante, qu'on ne trouvera dans le bassin de réception tout au plus que dans les intervalles que les ravins laissent entre eux sur les versants.

Presque toujours, dans le reste, on rencontrera une instabilité telle, qu'avant de songer à y introduire d'emblée une végétation qui ne saurait s'y maintenir, on sera obligé de procurer la fixité nécessaire au sol, par une série de travaux préparatoires; d'autre part, dans bien des cas, pour combattre efficacement l'affouillement dans le lit du torrent et de ses affluents, il faudra chercher à diminuer les pentes souvent excessives de leurs profils, et modifier ainsi les conditions topographiques du lieu.

De là, déjà, deux grands ordres de travaux : d'une part, ceux qui ont pour objectif immédiat la création de la végétation protectrice dans les parties relativement stables du bassin de réception et, d'autre part, ceux qui ont pour but la correction préalable du torrent et des ravins, entraînant la fixation définitive du sol et par suite la possibilité d'y introduire ultérieurement la végétation.

L'exécution des travaux correspondant à ces deux ordres d'idées entraînera l'obligation d'établir, en outre, un certain nombre d'ouvrages soit provisoires, soit permanents, tels que chemins, baraquements, barrières de protection, etc., etc.

Mais avant d'entreprendre tous ces travaux, il faudra en étudier le projet, qui comprendra l'établissement de la zone de défense appelée à limiter le champ des opérations, la description des diverses natures de travaux et le devis des dépenses; puis, cela fait, obtenir la déclaration d'utilité publique.

Opérations successives à exécuter en vue de l'Extinction d'un Torrent. — On peut donc résumer ainsi qu'il suit les différentes opérations qu'il sera nécessaire d'exécuter pour arriver à l'extinction d'un torrent dans le cas de travaux obligatoires :

1° Le tracé de la zone de défense que, par métonymie, on est convenu de désigner sous le nom de périmètre, et l'étude des projets;

2° Les travaux de correction;

3° Les travaux de reboisement ou de gazonnement, suivant le cas;

4° Les travaux divers, préparatoires aux travaux qui précèdent.

Ces quatre genres de travaux demandant de grands développements, nous allons d'abord étudier chacun d'eux spécialement et, cela fait, nous pourrons plus clairement et plus facilement discuter l'ordre chronologique de leur exécution et résumer la série des opérations et des mesures qu'elle entraîne.

LIVRE DEUXIÈME

ÉTUDES ET OPÉRATIONS PRÉPARATOIRES

CHAPITRE III

CONSTITUTION DES PÉRIMÈTRES

TRACÉ DE LA ZONE DE DÉFENSE. — Nécessité d'une zone continue. — Propriétés appartenant aux particuliers. — ACQUISITIONS. — Acquisitions amiables. – Expropriations.

Tracé de la Zone de Défense. — Il est impossible de mieux définir le tracé du périmètre que ne l'a fait M. Surell [1] dans les prescriptions qui suivent :

« On commencerait par tracer sur l'une et l'autre des deux rives du torrent une ligne continue qui suivrait toutes les inflexions de son cours, depuis son origine la plus élevée jusqu'à la sortie de sa gorge. La bande comprise entre chacune de ces lignes et le sommet des berges formerait ce que j'appellerai une zone de défense. Les zones des deux rives se rejoindraient dans le haut en suivant le contour du bassin et borderaient ainsi le torrent dans toute son étendue, de même qu'une ceinture. Leur largeur, variable avec les pentes et avec la consistance du terrain, serait d'environ 40 mètres dans le bas, mais elle croîtrait rapidement à mesure que la

1. — Surell, *Étude sur les torrents des Hautes-Alpes*, chap. XXXII, p. 202.

zone s'élèverait dans la montagne et elle finirait par embrasser des espaces de 400 à 500 mètres.

« Ce tracé s'appliquerait non seulement à la branche principale du torrent, mais encore aux divers torrents secondaires qui s'y déversent. Il s'appliquerait encore aux ravins que reçoit chacun des torrents secondaires et, poursuivant ainsi une branche après l'autre, il ne s'arrêterait qu'à la naissance du dernier filet d'eau.

« De cette manière, le torrent se trouvera ainsi enveloppé jusque dans ses plus petites ramifications. Comme les zones de défense, en pénétrant dans le bassin de réception, s'élargissent beaucoup; comme, d'un autre côté, les ramifications sont dans cette partie plus multipliées et plus rapprochées, il arrivera que les zones voisines se toucheront, se superposeront même, et qu'elles se confondront dans une zone générale qui couvrira toute cette partie de la montagne, sans y laisser de place vide. »

Il est évident que les chiffres indiqués pour les largeurs de la zone sont susceptibles de très grandes variations suivant les cas; il peut arriver que, dans la section inférieure du torrent, certaines berges ou parties de berges soient en bon état, voire même boisées, ce qui tendrait à réduire à zéro la largeur de la zone sur ces points; mais dans ce cas il est nécessaire de la maintenir, sauf à lui donner des dimensions restreintes. Quel que soit en effet l'état de la berge, il importe de s'assurer la faculté de posséder le lit qui, d'après la législation française, appartient par moitié aux riverains. Or, précisément par ce motif que les berges sont en bon état, on pourra se trouver dans l'obligation de les choisir pour y appuyer les ouvrages nécessaires à la consolidation des berges instables situées à l'amont; d'autre part, il sera toujours indispensable de se procurer un accès facile et assuré sur toute la longueur des rives du torrent et d'établir dans ce but une série de sentiers et parfois de chemins; ces diverses conditions imposent donc l'obligation de maintenir à l'état continu

la ceinture formée par la ligne périmétrale autour du torrent et de ses ramifications, sauf à diminuer au besoin sa largeur dans certains cas donnés. La figure 2 donne l'exemple d'un périmètre compliqué.

Les études entreprises ayant pour objet la création de périmètres destinés à corriger le régime des rivières torrentielles par l'extinction des torrents qui s'y déversent doivent nécessairement être poursuivies au moins commune par commune. Il importe en effet que la part à faire au reboisement pour cause d'utilité publique soit immédiatement déterminée de manière à permettre à la commune ou aux particuliers, soit d'aménager les pâturages qui restent à leur disposition, soit de prendre à l'égard de l'industrie pastorale locale telle mesure qui serait jugée utile.

En procédant ainsi de proche en proche, il arrivera fréquemment que les périmètres créés dans deux ou plusieurs communes voisines se souderont entre eux par certains côtés [1].

Il conviendra de rechercher ce résultat autant que possible afin de permettre entre deux périmètres voisins une facile communication qui peut exercer dans l'exécution des travaux et dans leur avenir une salutaire influence au point de vue de l'économie de la dépense, des travaux, de la garde et même de l'exploitation dans l'avenir. Il arrive fréquemment que le territoire d'une même commune renferme plusieurs torrents voisins, mais indépendants les uns des autres; la plupart du temps les zones de défense de chacun d'eux se joindront vers le haut pour laisser entre elles les hameaux, les cultures et les pâturages en bon état, qui formeront ainsi des sortes de demi-enclaves.

Dans les pays de montagnes, les grandes agglomérations sont presque toujours remplacées par une série de petits hameaux entourés de cultures qui souvent se trouveront entiè-

1. — La figure 2 donne l'exemple d'un périmètre renfermant plusieurs torrents, étudié sur la surface d'une commune entière et soudé par le haut avec des périmètres établis dans des communes voisines.

rement enclavées dans le périmètre. Dans ce cas il conviendra de prévoir un nombre suffisant de passages libres pour la circulation des troupeaux, afin de n'apporter que le moins de gêne possible aux habitants de ces hameaux.

Enfin il se rencontrera parfois quelques petites propriétés de particuliers en assez bon état pour ne pas paraître de prime abord devoir être colloquées dans les périmètres. Il sera bon cependant de les y comprendre, soit pour faciliter l'établissement de la viabilité future dans le périmètre, soit pour permettre à l'État de les acquérir et de procurer ainsi au propriétaire la légitime indemnité à laquelle, en droit, il ne peut prétendre, mais que justifie souvent la dépréciation parfois considérable qu'amènera la soumission au régime forestier des terrains entourant de toutes parts ses propriétés.

Dans les pays de montagnes les propriétés communales sont généralement très étendues, aussi composent-elles le plus souvent la presque totalité des terrains compris dans les périmètres; les propriétés appartenant aux particuliers n'y entrent que pour une faible partie et on les rencontre surtout dans les régions moyennes et inférieures, notamment le long des gorges des torrents principaux et autour des combes, occupant ainsi un assez long développement mais une très mince largeur et bordant généralement des champs, des prés et des pâtures. Bien qu'elles ne possèdent par elle-mêmes qu'une valeur généralement très minime, leurs propriétaires s'opposent généralement à leur collocation dans les périmètres, parce qu'ils redoutent le voisinage immédiat du régime forestier pour les troupeaux qu'ils mènent dans les champs.

Aussi convient-il, dans le cas où le périmètre borde des cultures, de prévoir dans le projet l'établissement de barrières, de haies vives, etc., destinées à garantir les berges de l'incursion des animaux.

Étude du Projet. — Les différentes questions que soulève la rédaction des pièces formant l'ensemble du projet ont trait

à la statistique générale, à la description du périmètre proposé et à l'exposé de la nature ainsi que de la dépense des travaux à exécuter.

Il est souvent très difficile d'obtenir des municipalités tous les renseignements statistiques, mais on les trouve toujours, soit dans les archives de la préfecture, soit dans les bureaux de la direction des contributions directes.

Quant à l'indication des différents travaux à exécuter ainsi qu'à l'estimation de la dépense qu'ils entraîneront, tous les éléments utiles se trouveront dans ceux des chapitres suivants qui renferment l'étude des travaux de toutes sortes qu'on peut être appelé à exécuter.

Déclaration d'Utilité publique. — Le projet, une fois approuvé par l'Administration, est soumis aux enquêtes prévues par la loi en vue de la déclaration d'utilité publique. Les agents forestiers n'ont à intervenir dans toute la série de ces formalités que comme membres de la commission spéciale appelée à donner son avis sur l'enquête ouverte dans les communes intéressées.

Ils peuvent, en outre, être invités, soit par le conseil d'arrondissement, soit par le conseil général, à fournir à ces assemblées les renseignements jugés nécessaires au moment où elles examinent les pièces du projet sur l'utilité publique duquel elles sont appelées à donner leur avis.

L'enquête une fois terminée, le dossier est transmis au Conseil d'État, qui provoque le décret déclaratif d'utilité publique.

Acquisitions. — L'acquisition amiable présente de grands avantages; elle permet à l'État d'entrer promptement en possession du terrain que réclame l'utilité publique; elle dispense l'Administration des longues et minutieuses formalités qu'impose l'expropriation, n'excite dans les localités où elle s'opère ni émotion ni regrets et maintient une juste pondération en-

tre les intérêts des propriétaires qui vendent et ceux de l'État qui achète.

Dans le cas où le vendeur est une commune, les actes sont généralement passés en la forme administrative par-devant le préfet du département ou son délégué et en présence du directeur des domaines et du conservateur des forêts ou de leurs délégués.

Le même mode peut être employé également pour les acquisitions de propriétés particulières, mais nous n'hésitons pas à donner la préférence aux actes notariés, surtout dans le cas où de nombreux propriétaires sont en présence et où les questions d'établissement de la propriété demandent des recherches parfois très minutieuses qui ressortent beaucoup plus de la compétence des notaires que de celle des agents du domaine.

L'acquisition amiable doit toujours être la règle et ce n'est qu'après avoir épuisé tous les moyens de conciliation qu'il convient de recourir à l'expropriation.

Toutes les formalités relatives à l'expropriation pour cause d'utilité publique sont contenues dans la loi du 3 mai 1841, dont l'application aux travaux de reboisement est autorisée par la loi.

LIVRE TROISIÈME

TRAVAUX DE CORRECTION

CHAPITRE IV

CORRECTION DES TORRENTS A AFFOUILLEMENTS

But des travaux. — Double affouillement. — Affouillement longitudinal. — Affouillement latéral. — Murs de chute ou barrages. — Disposition des barrages. — Correction des ravins. — Barrages vivants. — Barrages vivants de premier et de deuxième ordre. — Clayonnages ou fascinages superposés. — Marnes du lias à strates dures.

But des Travaux. — Tout ce qui va suivre concerne les torrents de la première classe *à affouillements;* nous exposerons ensuite les travaux que peuvent réclamer en outre ceux de l'autre classe.

Des considérations générales que nous avons présentées sur les torrents il résulte qu'on peut distinguer deux sortes d'affouillements : l'affouillement que nous appellerons *longitudinal,* qui se manifeste dans le sens du profil en long, et l'affouillement *latéral,* qui se produit dans le sens du profil en travers.

La puissance de l'affouillement longitudinal est en fonction de la pente et de la solidité du lit en même temps que de la masse d'eau qui s'y précipite à un moment donné. Pour la

combattre, il faut donc diminuer la pente, consolider le nouveau lit ainsi formé, et réduire considérablement la masse des eaux.

Ce dernier résultat étant surtout l'un des buts atteints par le reboisement, les deux autres restant à obtenir incombent aux travaux de correction.

L'affouillement latéral, étant produit par les divagations de la crue qui va miner le pied des berges, ne peut être arrêté que par la diminution de la crue combinée avec un élargissement et un encaissement du lit qui permettent de mettre les berges à l'abri de toute attaque.

Il en résulte que les travaux de correction doivent avoir le triple but de diminuer la pente du profil en long, de consolider le nouveau lit, et d'élargir sa section dans toutes les parties du torrent susceptibles d'être affouillées.

Dans la plupart des cas, en effet, le cours tout entier du torrent ne se présente pas dans des conditions identiques au point de vue de l'affouillement. Sur certaines parties de ce cours, le torrent peut couler sur un fond de roche très dure et avoir le pied de ses berges formé de la même roche dure jusqu'au-dessus du niveau de ses plus hautes crues. Dans ces sections, ils est évident que tout travail de correction devient superflu ; d'une part, en effet, l'affouillement longitudinal ne peut s'y produire et d'autre part les berges, n'ayant rien à redouter de l'affouillement latéral, ne sont plus exposées qu'à la simple érosion de la surface par les eaux d'orage ou la fonte des neiges, érosion que le reboisement intégral de la surface suffit à combattre efficacement.

Ce n'est donc que dans les sections où un torrent présente soit un lit susceptible de creusement rapide, soit des berges affouillables et partant instables, soit les deux cas ensemble, que s'impose la nécessité de travaux de correction.

Considérons, dans un torrent donné, une section répondant à ces conditions redoutables, et admettons même qu'au-dessus des berges se produisent des glissements de pans de

montagne, le tout avec les pentes excessives que présentent généralement les profils en long dans de semblables circonstances.

Nous aurons là évidemment le type le plus complet des parties de torrent qu'on puisse avoir à traiter.

Si maintenant nous supposons qu'un colossal et solide pavage en grosses pierres résistantes puisse économiquement recouvrir le fond du lit ainsi que le pied des berges, à une hauteur supérieure à celle des plus hautes crues, nous retombons immédiatement dans le cas de la première hypothèse du torrent roulant sur un fond et entre des berges en rocher dur, et, à la condition que ce pavage demeure inébranlable, nous pourrons admettre que la stabilité des berges est assurée et que les glissements cesseront de se produire.

Si donc cet immense pavage était possible et surtout économiquement praticable, tout danger d'affouillement serait conjuré. Mais on ne peut songer à la réalisation d'un pareil travail, qui entraînerait des dépenses hors de proportion avec le but à atteindre et ne pourrait même, dans bien des cas, être exécuté faute de matériaux.

Murs de Chute ou Barrages. — La construction des murs de chute ou barrages combinés avec une série d'autres travaux complémentaires permet heureusement de surmonter cette difficulté et d'arriver au même résultat par des moyens plus économiques, plus praticables et plus sûrs.

Supposons en effet que dans la section à traiter on ait disposé un certain nombre de barrages successifs, tel qu'entre deux quelconques d'entre eux, la ligne qui joint le pied du supérieur au couronnement de l'inférieur détermine la *pente d'équilibre*.

Il est évident que les matériaux charriés par le torrent viendront s'arrêter à l'amont de ces barrages pour y former une série d'atterrissements inaffouillables, puisque leur pente ne dépassera pas la pente d'équilibre. Si en outre nous admet-

tons que la hauteur donnée à ces barrages soit suffisante pour que les atterrissements aient donné au lit une section assez élargie pour permettre de forcer les eaux à suivre le milieu du thalweg et leur interdire toute attaque contre les berges, le problème sera évidemment résolu, car la pente du profil en long aura été diminuée au degré voulu et le nouveau lit sera inaffouillable, ainsi que le pied des berges.

Mais avec un pareil système on arrive encore à des impossibilités, résultant de la dépense excessive entraînée par le nombre trop considérable d'ouvrages à construire.

La hauteur cumulée des barrages au-dessus de l'ancien lit (non compris les fondations) arriverait en effet à être sensiblement égale à la différence de niveau qui existe entre les deux points extrêmes de la section à traiter, car la pente d'équilibre, très faible par elle-même, multipliée par la distance horizontale de ces deux points, ne donnerait qu'une quantité bien minime à retrancher de leur différence de niveau.

D'autre part, les pentes sont presque toujours très fortes, de sorte que, la distance entre deux barrages consécutifs construits dans ces conditions devenant forcément très faible, ces ouvrages risqueraient d'être pour ainsi dire entassés les uns sur les autres.

On est donc obligé de renoncer à obtenir ainsi, directement et d'emblée, par l'emploi des barrages, une série d'atterrissements dont les pentes ne dépassent pas la pente d'équilibre, à cause de la faiblesse de son ordonnée.

Aussi bien, sur les atterrissements ou dépôts produits par un torrent livré à lui-même, le profil d'équilibre ne s'établit pas immédiatement, il est précédé par le *profil de compensation* qui fournit l'ordonnée constante la plus forte tant que le torrent charrie des matériaux, car les profils plus élevés qui peuvent se manifester à un moment donné ne présentent aucune stabilité et ne tardent pas à redescendre au profil de compensation.

Cela posé, si l'on considère que dans un torrent quelconque l'ordonnée du profil de compensation est toujours très supérieure à celle du profil d'équilibre, on est amené à substituer le premier au second dans le profil des atterrissements demandés aux barrages.

L'écart entre ces deux ordonnées est évidemment variable, puisque chacune d'elles dépend de la nature et de la dimension des matériaux charriés et déposés; mais il est toujours très considérable, car le plus souvent l'ordonnée du profil de compensation se trouve être au moins *décuple* de l'autre.

Dans ces conditions, l'on conçoit que si l'on dispose dans la section donnée du torrent un certain nombre de barrages tels que l'atterrissement provoqué par un barrage inférieur présente la pente de compensation et atteigne à son amont le pied du barrage supérieur, le nombre des ouvrages, à hauteur égale pour chacun d'eux, sera considérablement diminué.

Supposons, en effet, pour fixer les idées, que la section à traiter ait 400 mètres de longueur horizontale et une pente de 25 p. 0/0; admettons que les barrages auront tous 4 mètres de hauteur au-dessus du lit; enfin, adoptons pour la pente du profil d'équilibre 1 centimètre par mètre et pour celle du profil de compensation 10 centimètres par mètre :

Dans le cas des atterrissements avec la pente d'équilibre de 1 centimètre par mètre, la hauteur cumulée des barrages sera égale à 100 mètres (différence de niveau des points extrêmes de la section) moins 4 mètres (hauteur correspondante à la pente de 1 centimètre sur 400 mètres de longueur), soit à 96 mètres.

Dans le second cas, au contraire, la hauteur cumulée des barrages sera égale à 100 mètres moins 40 mètres (hauteur correspondante à la perte de 10 centimètres sur 400 mètres), soit 60 mètres.

La différence de ces deux hauteurs sera donc de 36 mètres, et au lieu de vingt-quatre barrages de 4 mètres qu'il aurait

fallu dans le premier cas, il suffira d'en construire quinze, soit une économie de neuf de ces ouvrages.

Mais cette économie n'est pas le seul avantage obtenu, car à moins de pentes excessives il devient possible de donner, entre les barrages, un espacement suffisant pour ne plus courir le risque de les entasser les uns sur les autres. Enfin, le nombre des ouvrages étant considérablement diminué, on a moins à redouter que les matériaux nécessaires à leur construction viennent à faire défaut.

De ce qui précède il résulte évidemment que la hauteur des barrages devra être combinée avec leur emplacement d'après les conditions du profil en long et des profils en travers.

Construits dans des dimensions convenables, ils devront présenter chacun une masse isolée suffisante pour tenir tête à la violence des premières crues dont ils auront à supporter l'effet. Leur couronnement, construit en courbe concave vers le ciel et muni de chaque côté d'ailes relevées, assurera leur conservation en les empêchant d'être tournés par les eaux et offrira précisément la section constante qu'aurait eue le grand pavage idéal auquel nous avons dû renoncer.

On obtiendra ainsi des atterrissements successifs formés par les dépôts des crues et déterminant une série de paliers à large section et à pentes plus ou moins fortes, selon la nature et les dimensions des matériaux déposés.

Atterrissements. — Selon la nature et la grosseur des matériaux déposés, les atterrissements prennent à l'amont des barrages des pentes variables atteignant jusqu'à 15 et 20 pour 100 et même plus dans le cas de gros blocs.

Il est constant aussi que ces atterrissements se produisent toujours sous la forme de cônes de déjections, c'est-à-dire avec un profil en travers présentant une courbe convexe vers le ciel; (*de Gayffier*, Pl. 22, 27 *et* 28.) de sorte que déjà, si l'on n'y prenait garde et si on les abandonnait à eux-mêmes, les

atterrissements pourraient devenir un danger en permettant aux eaux de divaguer et d'aller se butter alternativement sur les deux berges, dont la stabilité pourrait de nouveau être compromise.

Mais il y a plus, on ne peut admettre qu'au bout d'un temps donné le torrent, dont la correction a été entreprise, continuera à apporter des dépôts sur les atterrissements. On doit au contraire compter qu'il arrivera, plus ou moins promptement, un moment où les travaux de reboisement et autres auront assez fixé le sol pour qu'il ne vienne plus que de l'eau. C'est alors que, si l'on n'y avait pas pris garde, on risquerait de compromettre en majeure partie l'effet attendu des barrages. Il arriverait infailliblement que les pentes de 10 pour 100, 15 pour 100, etc., obtenues suivant les cas dans les atterrissements, tendraient à disparaître, la loi d'écoulement des eaux reprendrait le dessus et il se manifesterait dans le profil en long de chaque palier un redressement violent vers son amont et un aplatissement vers l'aval, ayant pour résultat, au pied du barrage supérieur, un creusement du lit à une profondeur presque égale à la différence de niveau de ce pied avec le couronnement du barrage inférieur; car les eaux tendraient à prendre la *pente d'équilibre* analogue à celle des rivières, présentant à peine quelques millimètres par mètre.

Ce que nous avançons ici n'est nullement de la spéculation théorique, nous avons pu l'observer surabondamment dans de nombreux torrents traités récemment.

Or, ce creusement une fois fait, le lit ne demeurerait pas fixe, et il se produirait infailliblement dans ses berges et dans le sens du profil en travers une série d'affouillements successifs qui finiraient par opérer sur toute la surface de l'atterrissement une sorte de nivellement général qui le réduirait à la presque horizontalité, auquel cas le système des barrages construits deviendrait insuffisant et imposerait la nécessité de nouveaux travaux.

Si donc on veut que le rôle des barrages primordiaux se

perpétue, il faut maintenir invariable la pente générale ou moyenne du profil en long des atterrissements qu'ils ont provoqués et combattre la forme conique de ces dépôts en forçant les eaux à suivre un cours régulier dans la direction qu'on préfère donner au thalweg définitif.

Ce double résultat pourrait être intégralement obtenu en établissant sur chaque palier un solide pavage suivant la pente de l'atterrissement et ayant une section transversale semblable à celle du couronnement des barrages. Mais ce genre d'ouvrage, qui peut être utilement exécuté dans certaines conditions exceptionnellement favorables, ne serait généralement pas économique, car la plupart du temps on ne trouverait pas sur place la masse des matériaux nécessaires. Il y a donc lieu de recourir à des travaux d'un autre ordre.

Clayonnages longitudinaux et transversaux. — Supposons en effet : 1° qu'à gauche et à droite de l'atterrissement d'un barrage donné, on construise symétriquement, par rapport au milieu du couronnement et parallèlement à l'axe qu'on s'est fixé pour le futur thalweg, un fort clayonnage longitudinal; 2° qu'en même temps on établisse en travers du nouveau lit, ainsi tracé, une série de clayonnages également distants entre eux, dont les arêtes, au milieu, passent par la ligne de pente de l'atterrissement et dont la hauteur soit presque égale à l'ordonnée de la pente correspondant à leur écartement mutuel; admettons de plus que le couronnement de ces clayonnages transversaux représente une courbe semblable à celle du couronnement du barrage, et que l'écartement constant des deux clayonnages longitudinaux ait été combiné avec leur hauteur de façon à donner au-dessus d'un clayonnage transversal quelconque une section suffisante pour le débouché des eaux, c'est-à-dire presque égale à celle offerte par le couronnement du barrage, et examinons ce qui va se passer.

Les eaux claires, c'est-à-dire débarrassées de matériaux, ayant une grande puissance d'affouillement, ne tarderont pas

à dégarnir l'aval de chaque clayonnage transversal et à disposer les matériaux suivant la pente d'équilibre dont nous avons parlé, de sorte que le profil en long du chenal déterminé par les deux clayonnages longitudinaux, au lieu de donner comme auparavant une ligne régulière inclinée au 10 pour 100 par exemple, présentera une série de lignes offrant, dans leur ensemble, l'aspect d'un escalier dont les marches, légèrement inclinées vers l'aval, auraient une largeur presque décuple de la hauteur de la contre-marche et dont les arêtes détermineraient l'ancien profil à 10 pour 100.

On ne peut donner aux clayonnages transversaux, formant ainsi les contre-marches de ces larges marches, une bien grande hauteur, à peine d'en compromettre la solidité. Il importe en effet de diminuer, autant que possible, les causes d'affouillement et partant la hauteur de la chute. Leur espacement devra donc être calculé de façon qu'ils n'aient que 50 à 60 centimètres au plus.

Pour éviter tout affouillement à l'aval des clayonnages longitudinaux et transversaux, il suffira de garnir leur pied avec les pierres qu'on trouvera presque toujours sur place, car il en faudra une faible quantité.

Mais ce système de clayonnages ainsi établi ne restera pas inerte; les nombreuses boutures qui les garnissent, bien enracinées, assureront leur solidité, et les arbres qu'elles produiront fourniront des myriades d'obstacles à la rapidité de l'écoulement d'une crue exceptionnelle.

Dans les torrents, en effet, l'écoulement des eaux ordinaires ne réclame qu'une petite section; au milieu de chaque clayonnage transversal, ce sera la seule partie non garnie de végétation; mais les deux côtés pourront la conserver pour peu qu'on l'entretienne après les premières fortes crues.

Si, pendant les premières années, on a soin de bien diriger l'écoulement des eaux et de rejeter au pied des clayonnages transversaux toutes les pierres mises à nu ou déplacées, on ne tardera pas à donner une assiette définitive au lit d'écoulement.

D'autre part, en arrière de chaque clayonnage longitudinal, on talutera les berges raides; les déblais viendront remplir les vides qui se trouveraient derrière ces clayonnages; des plantations serrées de gros plançons de saule et de peuplier seront exécutées en lignes tracées à 45 degrés vers l'amont, de façon qu'au cas d'une crue improbable qui viendrait à dépasser ces clayonnages, les eaux soient rejetées vers le thalweg; enfin, dans les intervalles de ces plançons seront introduites des essences forestières à fort pivot, appelées à procurer la consolidation la plus complète de ces nouvelles berges.

On peut remplacer les clayonnages que nous venons de décrire par des seuils en pierre sèche établis dans des conditions analogues.

La forme des ouvrages demeure la même et l'on n'introduit qu'une substitution de matériaux.

Dans ce dernier cas même on peut parfois supprimer la petite digue qui remplacerait le clayonnage longitudinal : il suffit de prolonger et d'accentuer les ailes de chacun des seuils de façon à obliger le courant à se maintenir au milieu du thalweg nouveau et à l'empêcher ainsi d'attaquer latéralement le pied des berges.

L'emploi des clayonnages est avantageux et économique lorsque l'on ne rencontre à pied d'œuvre qu'une très petite quantité de pierres susceptibles d'emploi. Ce cas se présente généralement dans tous les terrains marneux et surtout dans les marnes oxfordiennes.

Mais il arrive parfois que la construction des barrages n'a pu absorber tous les blocs situés soit dans le lit même du torrent, soit à proximité de leur emplacement, et qu'on trouve encore économiquement disponible des pierres en quantité suffisante, auquel cas les seuils peuvent être préférés aux clayonnages.

On conçoit du reste que le choix des matériaux dépend absolument des conditions du lieu et peut varier dans un

même torrent suivant la situation de chacune des parties à traiter.

Résultat de l'Emploi des Barrages et Clayonnages. — En résumé, par les moyens que nous venons d'indiquer on aura successivement obtenu :

1° Par les barrages : de vastes atterrissements ayant produit l'exhaussement du lit et l'élargissement de la section;

2° Par les clayonnages : le maintien de cet exhaussement et de cet élargissement, jusqu'à ce que la puissance de la végétation ait eu le temps de se manifester assez vigoureusement pour assurer la durée des résultats obtenus;

3° Par les barrages : des chutes appelées à annihiler, au pied de chaque barrage, la rapidité du cours d'eau;

4° Par les clayonnages : un frein à la vitesse que pourrait reprendre l'écoulement sur la pente des atterrissements.

Par la combinaison des barrages avec les seuils (en clayonnages ou en pierre), on aura non seulement atteint mais dépassé même le résultat qu'aurait fourni le grand pavage idéal dont nous avons reconnu l'impraticabilité en général; car, tout en substituant à l'ancien lit un lit non affouillable, on aura singulièrement aidé au ralentissement du cours des eaux par les chutes successives et par la végétation rendue possible sur les bords mêmes du nouveau canal d'écoulement.

D'autre part, la pente d'équilibre se rencontrant d'un barrage à l'autre entre chacun des seuils, on aura obtenu exactement le même résultat que si on l'avait recherchée directement et exclusivement avec les grands barrages; seulement la hauteur cumulée qu'auraient fournie ces ouvrages se retrouvera par la somme des hauteurs cumulées des barrages à nombre réduit et des seuils. On aura ainsi réalisé une très sérieuse économie, car d'une part on aura réduit au minimum possible le nombre des grands barrages et d'autre part la construction des seuils soit en pierre, soit en clayonnages,

ne coûtera jamais la dixième partie de la dépense des barrages qu'ils remplacent.

Cette base des travaux à exécuter dans les torrents à affouillements étant une fois admise, nous allons entrer dans les développements nécessaires sur la forme et les dimensions des ouvrages, ainsi que sur les diverses modifications qu'ils peuvent subir suivant le cas. Nous indiquerons ensuite le mode de construction qu'il y aura lieu de préférer dans les différentes circonstances qu'on pourra rencontrer.

Mais auparavant il nous reste à entrer dans quelques rapides considérations sur la correction des ravins.

Correction des Ravins. — Ainsi qu'il résulte de leur définition même, les ravins fonctionnent comme de petits torrents dont ils ne sont, à vrai dire, qu'une réduction. Il n'y a dès lors aucune raison pour ne pas les traiter comme la branche mère, dans laquelle ils déversent leurs déjections, et les mêmes principes doivent servir de guide au point de vue des modifications à apporter dans le fond de leur lit, dans son profil en long et dans ses profils en travers.

Mais, par suite de leurs faibles dimensions relatives et de leurs pentes presque toujours beaucoup plus relevées, il est à présumer à priori que l'armature des grands barrages indispensables à la branche mère ne sera guère ici susceptible d'un emploi avantageux; la plupart du temps les matériaux nécessaires à ces grands ouvrages ne s'y rencontreront pas en quantités suffisantes, et, s'y trouveraient-ils même, il y aurait le plus souvent économie sérieuse à ne pas les utiliser pour des murs de chute, mais seulement pour la consolidation du nouveau lit à obtenir par un système d'ouvrages moins coûteux, plus faciles à établir et n'exigeant dans l'avenir aucun des entretiens que réclameront presque toujours les grands barrages construits dans le lit principal.

Ces ouvrages, que nous appellerons *vivants* par rapport aux barrages en *pierre*, sont exécutés avec des matériaux en bois

dont une bonne partie est susceptible de végétation immédiate; de sorte qu'à mesure que l'ouvrage vieillit, plus il prend de développement et plus dès lors son effet utile augmente d'intensité.

Ces barrages vivants sont de deux sortes : les clayonnages et les fascinages; en traitant plus loin de leur mode de construction, nous indiquerons ce qui les différencie. Pour le moment, nous nous contentons de poser en principe que ces ouvrages, à l'encontre des barrages, ne sont pas susceptibles d'une grande hauteur et que l'expérience a démontré qu'elle ne doit pas aller au delà de $1^m,50$ au-dessus du lit.

Les barrages vivants se divisent en deux catégories : l'une comprend les *barrages vivants de premier ordre* correspondant aux grands barrages des torrents, l'autre les *barrages vivants de deuxième ordre* appelés à un rôle identique à celui des seuils.

Avant d'entreprendre la correction d'un ravin, on en lèvera, comme dans les torrents, le plan et le profil en long, mais on pourra se contenter d'un plus petit nombre de profils en travers par ces motifs : 1° que les ouvrages à exécuter sont très peu coûteux et ne peuvent exiger pour chacun d'eux un projet spécial comme les grands barrages; 2° que les profils en travers de ces ravins présentent généralement beaucoup moins de différences brusques que le lit principal; 3° qu'enfin il n'y a aucun intérêt à ne pas donner à tous les ouvrages du même ordre la même hauteur. Le profil en long est ici la donnée la plus importante à posséder. Une fois qu'on l'aura levé, on établira facilement l'emplacement de chacun des barrages vivants de premier ordre de la manière suivante :

Admettons que l'on se donne pour les ouvrages de cette sorte une hauteur constante h, au-dessus du lit.

Supposons un instant que la pente de la section d'un ravin donné est uniforme et appelons-la P.

Soit p la pente du profil de compensation résultant des observations faites sur les dépôts dans le ravin dont il s'agit et

admise comme pente des atterrissements recherchés. Soit enfin l la distance horizontale qui devra séparer deux barrages vivants consécutifs d'une hauteur h; pour que l'atterrissement prenne la pente p en recouvrant la pente P, nous aurons évidemment $h = l\,(P - p)$, d'où $l = \frac{h}{P-p}$.

En admettant donc qu'un ravin AB ait une pente uniforme P, on aurait immédiatement ainsi le nombre et l'emplacement des barrages vivants de premier ordre, d'une hauteur constante h, à y construire, en divisant la projection horizontale AB' par l (fig. 12).

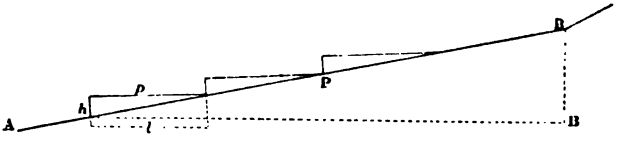


Fig. 12.

La hauteur h et la pente p étant des constantes, il en résulte que l variera en raison inverse de P.

Mais généralement la pente d'un ravin n'est pas uniforme sur tout son parcours; il y aura donc lieu de tenir compte des changements indiqués par le profil en long. On obtiendra dès lors pour l une série de différentes dimensions qu'on n'aura plus qu'à indiquer au surveillant pour les déterminations des emplacements des barrages vivants de premier ordre.

Ceux-ci une fois atterris, on construira à l'aval de chacun d'eux une série de barrages vivants de deuxième ordre, auxquels on ne donnera guère plus de 50 centimètres de hauteur et qui joueront le rôle des seuils construits sur les atterrissements des grands barrages dans la branche principale du torrent.

Telle est la base des travaux de correction de ravins au moyen de clayonnages ou de fascinages de premier ordre ayant une hauteur constante, au moins dans une section donnée. (*de Gayffier,* Pl. 14, 21, 24.)

Les ravins dans lesquels on viendrait à rencontrer de nombreuses et bonnes pierres, comme cela arrive parfois, surtout vers les origines des torrents, seront traités de la même manière, avec cette seule différence qu'on remplacera les clayonnages ou les fascinages par de petits barrages en pierre sèche ayant la même hauteur au-dessus du lit et que l'on nomme barrages *rustiques*.

En règle générale, comme les clayonnages ou les fascinages exigent des matériaux qu'il faut faire monter parfois d'assez loin, on utilisera une partie des pierres qu'on trouvera sur place, pour en faire des barrages rustiques qui pourront se trouver disséminés dans la série des barrages vivants; ce mélange est, du reste, très avantageux à tous égards; mais on aura toujours soin de conserver disponible une quantité de pierres suffisante pour la confection de petits enrochements et des pavages indispensables à l'aval des ouvrages dans les terrains affouillables. (*de Gayffier,* Pl. 24 *et* 25.)

Les barrages vivants ou les barrages rustiques de premier ordre une fois construits, on établira successivement sur leurs atterrissements une série de clayonnages ou de fascinages de deuxième ordre en forme de seuils peu élevés appelés chacun à maintenir l'atterrissement primordial et à le relever sur chaque palier. Si l'on veut qu'à la fin de leur construction les parements aval des ouvrages de premier ordre se trouvent en partie noyés dans l'atterrissement et ne présentent plus qu'une chute d'eau égale à celles provoquées par les ouvrages de deuxième ordre, on disposera ces derniers de telle sorte que leurs arêtes, au milieu du couronnement, atteignent toutes la ligne droite qui joindrait le milieu du couronnement de l'ouvrage de premier ordre inférieur au milieu du couronnement de l'ouvrage de premier ordre immédiatement supérieur. Mais, en général, on peut laisser aux ouvrages toute leur hauteur, qui, déjà faible, est encore diminuée par les enrochements.

Dans chaque palier, on marchera de l'aval vers l'amont en

ayant soin de ne procéder à la construction de nouveaux seuils qu'au fur et à mesure que l'atterrissement des précédents sera formé et tassé ; le mieux sera de construire entre chaque palier un seuil au printemps et un autre à l'automne, et ainsi de suite jusqu'à ce que chacun de ces paliers soit complètement traité. (Nous décrirons plus loin le détail de l'opération.)

Dans des sections de ravins qui viendraient à présenter un profil en travers très aigu, formé par des berges élevées et très redressées, il pourra se faire que le nouveau lit obtenu par ces ouvrages d'une aussi faible hauteur ne présente pas un élargissement suffisant pour permettre de mettre les berges à l'abri de l'affouillement et modifier suffisamment leur profil en travers.

Dans ces cas exceptionnels, on se trouvera dans la nécessité de relever de nouveau le lit, et pour cela on construira, sur le premier système de clayonnages, une ou plusieurs séries de mêmes ouvrages, jusqu'à ce qu'on obtienne avec le nouveau lit un profil en travers convenable. (*de Gayffier*, Pl. 14, 20.)

Cette opération sera d'autant plus avantageuse qu'en même temps on modifiera le profil en long à l'amont de la section dont il s'agit, à l'endroit même où il s'est fortement redressé à la suite du creusement profond qu'il s'agit de combler.

Cette opération, dont les exemples sont nombreux et anciens, notamment en Suisse, à Niederurnen, canton de Glaris, ne doit être exécutée qu'avec la certitude de pouvoir, une fois les derniers clayonnages terminés, exécuter au milieu de l'atterrissement de chacun d'eux un petit pavage en forme de rigole destinée à empêcher tout affouillement longitudinal.

On rencontre parfois des terrains, appartenant à certaines marnes du lias, dans lesquels se sont formés des myriades de petits ravins au fond desquels la roche nue apparaît comme sur les berges mêmes. Cette roche, se délitant facilement sous les influences atmosphériques, ne peut conserver aucun de ses détritus par suite du lavage continuel qu'opèrent les eaux plu-

viales sur ces pentes qui représentent assez bien des toits d'ardoises.

Dans de pareilles conditions, la correction des petits ravins ne peut être entreprise avec la méthode que nous venons d'indiquer, car il faudrait beaucoup trop de temps pour obtenir des atterrissements que fournirait exclusivement le simple produit du délitement de la surface. Dans ce cas, on opère de la manière suivante :

On construit, à la partie inférieure du ravin à traiter, un solide clayonnage ou un barrage qui servira de base à tout le système, puis on écrête toutes les saillies que peuvent présenter les berges, de manière à fournir économiquement une quantité de matériaux rocheux suffisants pour relever le fond du lit de 1 à 2 mètres. Ces débris rocheux une fois dans le thalweg, on en emploie une partie à construire des petits seuils de 50 à 60 centimètres de hauteur, que l'on recouvre comme leurs intervalles avec le reste des débris jusqu'à la hauteur voulue, en ayant soin de donner au nouveau profil en travers une légère concavité vers le ciel. Cela fait, on construit à la surface du nouveau lit une série de seuils en fascinages très bas appelés à le maintenir comme on ferait pour un atterrissement naturel; la surface, exposée seule aux influences atmosphériques, se délite et fournit ainsi des éléments terreux dont une partie s'insinue dans les vides des débris rocheux et le reste demeure à la surface. Il devient dès lors possible d'y planter des boutures et des plants feuillus ou résineux.

Les gros matériaux restant couverts, et mis ainsi à l'abri des influences atmosphériques, demeurent à l'état rocheux, se maintiennent en place soit par l'effet des petits seuils enterrés, soit par leur propre masse, et forment au fond de l'ancien lit une sorte de drainage qui favorise en même temps la bonne venue des plants et le maintien du nouveau lit mis ainsi à l'abri de tout affouillement de la part d'eaux trop violentes courant à la surface. (*de Gayffier,* Pl. 31.)

CHAPITRE V

EXÉCUTION DES TRAVAUX

ÉTUDE DES PROJETS DE BARRAGES. — Études préalables. — Débouché sur le couronnement. — Nombre et hauteur des barrages. — DESCRIPTION DES BARRAGES EN MAÇONNERIE. — Barrages en voûte. — Barrages rectilignes. — Maçonnerie en pierre sèche. — Maçonnerie avec mortier de chaux hydraulique. — Maçonnerie mixte. — Aqueduc ou pertuis. — Effet du mode de construction sur la nature de l'atterrissement. — Avantages de la maçonnerie mixte. — Cas où la maçonnerie avec mortier doit être préférée. — Choix de la maçonnerie. — Discussion du choix des types de barrages. — Barrages curvilignes en maçonnerie de pierre sèche, en maçonnerie mixte et en maçonnerie entièrement en mortier de chaux. — Barrages rectilignes. — Barrages rustiques. — OUVRAGES DIVERS EN MAÇONNERIE. — Radiers. — Contre-barrages. — Barrages à couronnement irrégulier. — Perrés. — BARRAGES EN BOIS ET BARRAGES VIVANTS. — Barrages en bois — Clayonnages de premier ordre : Clayonnages moisés à l'amont. — Clayonnages à longrine encastrée. — Clayonnages de deuxième ordre. — Clayonnages de premier ordre à double parement. — Fascinages de premier ordre. — Fascinages de deuxième ordre. — Fascinages dans les petits ravins. — Clayonnages longitudinaux et transversaux sur les atterrissements des barrages. — TRAVAUX COMPLÉMENTAIRES. — Talutage des berges. — Curage du lit. — Drainages dans les terrains en mouvement.

Étude des Projets de Barrages. — La première opération consistera dans le levé :

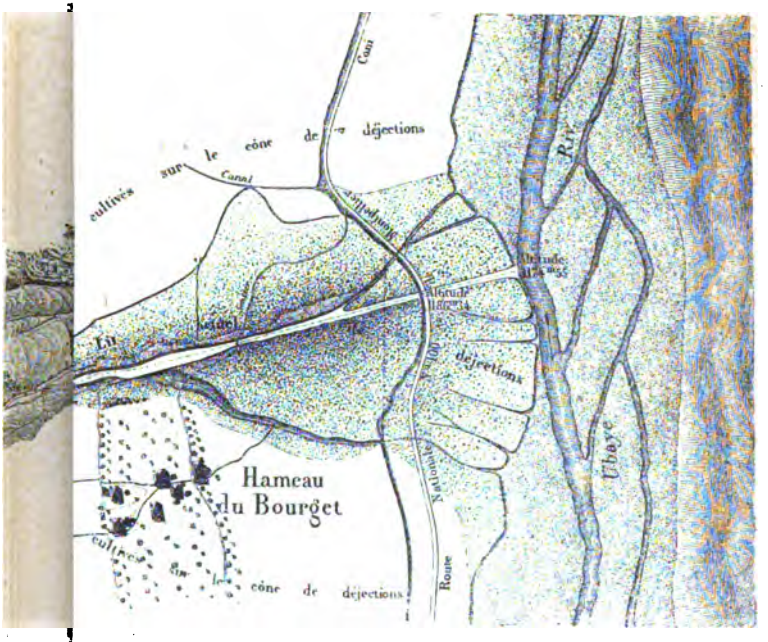
1° Du plan du lit et de ses berges immédiates dans les parties qu'une reconnaissance préalable aura indiquées comme devant être traitées;

2° Du profil en long correspondant;

3° D'une série de profils en travers pris à chaque changement important dans les conditions des berges.

Après avoir levé la section du torrent à traiter, on rapporte les opérations. On dessine le plan des alignements et la trace

TÉ EXÉCUTÉS



cultivés sur le cône de déjections
Canal
Canal
Lit
Hameau
du Bourget
cultivés sur le cône de déjections
Route Nationale
déjections
Ubaye
Riv.

URE ET

suivantes)

rande que

ÜRE ET MOYENNE DU TORRENT DU BOURGET

suivantes)

rande que celle des Longueurs.)

des profils en travers, sur laquelle on indique le sommet des berges et la largeur du lit, les numéros des profils et des sommets d'angle.

Ce plan fait, l'opérateur y trace ensuite les chemins, les carrières, les différentes natures de sol, les emplacements paraissant propices à la construction de barrages, enfin toutes les données nécessaires pour obtenir la topographie du torrent et guider l'agent chargé de la confection des projets.

Les figures 13 et 14 donnent l'exemple du plan et du profil en long d'un torrent.

Ces dessins une fois terminés, on recherchera quelle est la pente maxima qu'on doit attribuer aux atterrissements futurs. On prendra pour base les pentes que présentent, sur le cône du torrent dans la vallée, les déjections formées par des matériaux analogues à ceux qui sont encore charriés. On pourra aussi lever les pentes des atterrissements qu'on rencontre parfois dans certains paliers du lit. A défaut de ces bases, on supputera la pente d'après la nature et la grosseur des matériaux charriés.

Cette pente une fois admise pour une section donnée du torrent, un calcul très simple déterminera la hauteur totale à racheter au-dessus du lit par les hauteurs cumulées des barrages à établir.

Supposons en effet, pour fixer les idées, que la section de torrent à traiter AB ait 700 mètres de longueur et que la nature de ses berges, comme celle de son lit, nécessite partout la construction de barrages.

Admettons que le profil en long indique entre le point A et le point B une différence de niveau de 115 mètres, et enfin que les matériaux étant de même nature sur toute la section AB, on a fixé à 10 pour 100 la pente de chaque atterrissement.

Il en résultera que la différence de niveau gagnée par les atterrissements cumulés sera de 700 mètres × 0,10 = 70 mètres, hauteur qui, retranchée de la différence totale de niveau convenue plus haut à 115 mètres, donnera 45 mètres pour

la hauteur *minima* au-dessus du lit à racheter par des barrages.

Cela posé, il reste à rechercher quel sera le nombre de ces barrages, quelle hauteur il conviendra de donner à chacun d'eux et quelle sera la section de leur couronnement.

Les dimensions de la section à donner au couronnement seraient faciles à déterminer si les torrents fonctionnaient comme des rivières; elles ne dépendraient que de l'étendue du bassin de réception, de son degré de perméabilité et de la pente adoptée pour l'atterrissement; on les obtiendrait au moyen des tables dressées par les ingénieurs pour les débouchés des ponts sur les rivières.

Mais, dans le cas présent, une section ainsi déterminée serait beaucoup trop faible, et bonne tout au plus pour le régime futur du torrent une fois éteint. Il conviendra donc de l'agrandir considérablement, en vue surtout des laves qui peuvent descendre pendant les premières années avant que le système complet de barrages ait pu donner tout son effet, surtout dans les cas où l'urgence commande de commencer les travaux par en bas.

En l'absence de données précises, le mieux est alors de rechercher dans le lit même du torrent certains points sur lesquels des observations récentes, ou des traces d'anciennes crues, ou enfin les renseignements fournis par les riverains, peuvent indiquer les hauteurs atteintes par des crues exceptionnelles. Il ne reste plus qu'à prendre le profil en travers, à en calculer la surface et à le proportionner à la pente admise pour les atterrissements : on obtient ainsi une valeur suffisante de la dimension qu'on peut adopter pour la section du débouché au couronnement des barrages.

Quant à la hauteur à donner aux barrages, nous sommes d'avis, avant tout, qu'il convient de partir d'un maximum au delà duquel il pourrait y avoir de grands dangers d'affouillement et que l'on ne dépasserait que dans des cas tout à fait spéciaux et exceptionnels. Ce maximum, nous le fixons à

5 mètres au-dessus du lit : c'est la hauteur la plus grande adoptée généralement.

Cette base une fois admise, on indiquera provisoirement sur le plan, d'après les profils en travers et les données de la reconnaissance générale, les emplacements qui, au premier abord, ont paru préférables. On rapportera ces points sur le profil en long, et l'on tracera à partir de chacun d'eux des pentes à 10 pour 100 jusqu'à la rencontre des ordonnées des points inférieurs; si certaines de ces ordonnées dépassent 5 mètres, on procédera à d'autres recherches jusqu'à l'obtention d'une solution satisfaisante.

On rapportera les différentes ordonnées, déterminées par le profil en long de chaque atterrissement, sur les profils en travers correspondants. On y tracera la section qu'y formera l'atterrissement et l'on examinera si elle correspond à celle qu'on s'est donnée pour les barrages, ou bien si la nature des berges permettra d'élargir le profil par un talutage convenable.

Si ces conditions ne sont pas remplies, et si dès lors sur certains points il y a nécessité de relever l'atterrissement pour élargir la section, on calculera sur ces profils la hauteur dont il faudrait relever le barrage (c'est pour ce cas exceptionnel que nous avons indiqué ci-dessus la hauteur de 45 mètres comme un minimum).

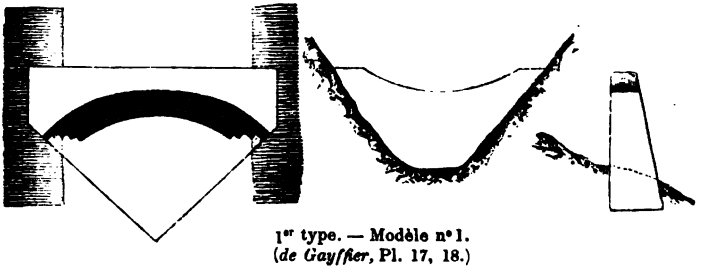
Le profil en long du torrent étant nécessairement irrégulier, on pourra donc avoir obtenu, après ces études, le choix de l'emplacement de onze barrages, par exemple, dont quatre auraient 5 mètres de hauteur, soit 20 mètres au total; quatre, 4 mètres de hauteur, soit 16 mètres; deux, 3 mètres de hauteur, soit 6 mètres; un, $4^{m},20$ de hauteur, soit $4^{m},20$; soit un total de $46^{m},20$ au lieu de 45 trouvés ci-dessus, le tout en adoptant l'hypothèse que le dernier a dû être exhaussé de $1^{m},20$, afin d'obtenir un relèvement plus marqué du lit et une section plus large à l'extrémité de son atterrissement.

Cet exemple suffit à démontrer l'utilité des levés préalables

sous forme de plans et profils, qui permettent ainsi, d'une part, une économie très sérieuse dans les constructions primordiales dont le nombre et les dimensions peuvent ainsi être déterminés à l'avance très exactement, et d'autre part, une coordination absolue et complète dans l'ensemble des travaux entrepris dans un torrent donné (*de Gayffier*, Pl.17, 20.)

Description des Barrages en Maçonnerie. — Les barrages en maçonnerie peuvent se classer, quant à leur forme générale, en deux grandes catégories : les barrages en *voûte horizontale*, les barrages en *murs rectilignes*.

Dans chacune de ces deux catégories on peut construire un



1er type. — Modèle n° 1.
(*de Gayffier*, Pl. 17, 18.)

Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17.

nombre de types se distinguant entre eux par des différences introduites soit dans le plan, soit dans l'élévation, soit dans la coupe.

Le premier type des grands barrages construits dans les Alpes françaises présente la forme suivante :

Le parement amont est rectiligne et perpendiculaire à l'axe du torrent.

Le parement aval est en voûte horizontale à courbure peu cintrée ; il est construit avec un fruit qui varie de 20 à 30 p. 100, et présente une surface conique ayant pour directrice une ligne inclinée suivant le fruit adopté et pour axe la verticale passant par le centre de la courbe.

Le couronnement est formé par une courbe régulière ayant

une flèche et une corde déterminées par la section à donner au débouché.

Ce type, qui a été généralement adopté, surtout pour les barrages en maçonnerie de pierre sèche (*de Gayffier*, Pl. 26), présente quelques variétés, tantôt par la forme du couronnement et par des ailes qui sont ajoutées, tantôt par l'absence du fruit extérieur du parement d'aval, fruit qui est reporté à l'intérieur, c'est-à-dire au parement d'amont.

Les modifications apportées au couronnement consistent en ce qu'au lieu d'une section en forme de segment, on lui donne une section polygonale en l'aplatissant presque entièrement et en le bordant à chacune de ses extrémités par des ailes en maçonnerie, destinées à forcer les eaux à passer par la section ainsi déterminée.

Fig. 18. — Modèle n° 2.
(*de Gayffier*, Pl. 22.)

Certains constructeurs, dans le but de détruire plus complètement la vitesse de l'eau, d'éviter sur le parement d'aval le frottement des matériaux entraînés et d'épargner à sa base le choc des blocs qui peuvent franchir le barrage, reportent le fruit à l'intérieur, c'est-à-dire au parement amont, et établissent le parement d'aval bien vertical.

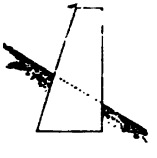


Fig. 19.
Modèle n° 3.

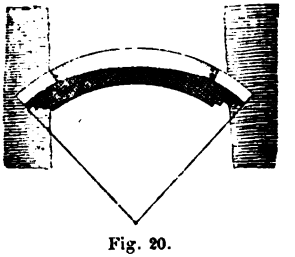


Fig. 20.
2e type. — Modèle n° 4.
(*de Gayffier*, Pl. 17.)

Le deuxième type forme une voûte horizontale à courbure plus prononcée; son parement d'amont présente une surface cylindrique verticale dont on s'est donné le rayon. Le parement d'aval forme une surface conique ayant pour directrice une ligne inclinée suivant le

fruit extérieur adopté et pour axe la verticale passant par le centre de la courbe du parement d'amont.

Ce type peut être modifié par le report du fruit du parement d'aval au parement amont. (Modèle n° 5.)

Quant à la forme du couronnement, elle demeure semblable dans ces deux modèles et consiste en une courbe régulière dont la corde est horizontale.

On construit aussi des barrages présentant une voûte horizontale cylindrique à l'amont et conique à l'aval, qui, au lieu de se prolonger jusque dans les berges et d'avoir ainsi des longueurs irrégulières, s'appuie sur des murs rectilignes construits suivant la tangente à la courbe à chacune des extrémités d'un arc donné. Le couronnement présente, de son côté, une figure ayant la forme d'une courbe prolongée de chaque côté par des droites suivant la tangente à chacune de ses extrémités.

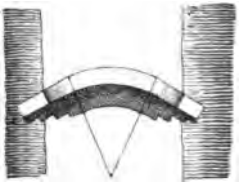


Fig. 21.
3e type. — Modèle n° 6.

Parfois on supprime les courbes aux deux parements. Le parement d'amont forme un plan vertical perpendiculaire à l'axe du torrent.

Le parement d'aval est incliné suivant le fruit adopté.

Le couronnement présente une courbe régulière à corde horizontale.

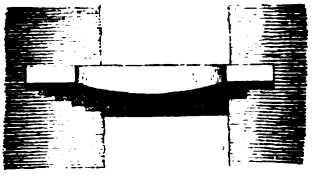


Fig. 22.
4e type. — Modèle n° 7.
(*de Gayffier*, Pl. 20, 21.)

Ce type peut se modifier par le changement du fruit qu'on attribuerait au parement d'amont pour faire vertical le parement d'aval. (Modèle n° 8.)

Parmi ces différents types il y a un choix à faire, soit d'après les circonstances locales où l'on peut se trouver, soit même d'après les avantages d'un type sur un autre considéré intrinsèquement.

Mais avant de poser les bases de la préférence à accorder, il convient d'examiner les différents genres de maçonnerie qu'on peut employer dans la construction des barrages.

La maçonnerie peut être faite de plusieurs façons : soit en pierre sèche, soit avec mortier de chaux hydraulique, soit enfin en associant judicieusement les deux modes.

La maçonnerie en pierre sèche (*de Gayffier,* Pl. 24, 26 *et* 32), la plus usitée pour les travaux exécutés dans certaines contrées, se présente naturellement la première au choix du constructeur dans les torrents dont le lit renferme une exubérance de matériaux placés pour ainsi dire à pied d'œuvre. On se trouve tenté par l'apparence du bon marché que présente l'exécution de cette maçonnerie; mais souvent dans la suite on est exposé à perdre bien des illusions à cet égard, à cause des dégâts que subissent les ouvrages et les façons qu'on se voit obligé de donner aux joints dans les parements vus, d'où résulte une augmentation de dépense très sérieuse.

Nous sommes d'avis que la maçonnerie à pierre sèche ne doit être employée que dans les cas où, par raison d'économie bien établie, tout autre mode devient impraticable.

D'un autre côté, la maçonnerie exécutée entièrement avec mortier, tout en offrant de grands avantages au point de vue de la durée et de la puissance, entraîne généralement des dépenses très élevées, et ne nous paraît utile que dans certains cas spéciaux. (*de Gayffier,* Pl. 17.)

Aussi donnons-nous la préférence, partout où cela est praticable, à un genre de maçonnerie qu'on peut qualifier de *mixte,* que nous avons appliquée avec succès depuis nombre d'années dans nos travaux et qui consiste dans les dispositions ci-après : (*de Gayffier,* Pl. 15, 16, 22.)

Le corps du barrage est construit en pierre sèche, mais le parement aval est en maçonnerie ordinaire de mortier sur une épaisseur de 80 centimètres; le couronnement reçoit un revêtement analogue, et, de plus, son arête vers l'aval est en pierre de taille avec joints en mortier. Enfin un aqueduc ou

pertuis, suffisant pour les eaux ordinaires, traverse l'ouvrage à sa partie inférieure ; il est également bâti en maçonnerie sur 80 centimètres d'épaisseur tout autour (fig. 23, 24, 25 et 26).

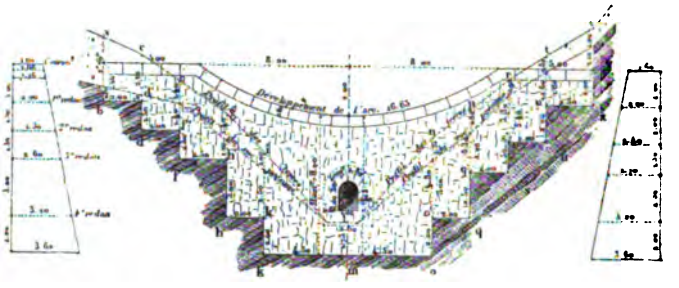


Fig. 23. — Barrage en Maçonnerie mixte. — Élévation dégagée des terres.

Coupe donnant l'épaisseur du barrage sur chaque redan du côté droit.

Coupe donnant l'épaisseur du barrage sur chaque redan du côté gauche.

Par ce moyen, toute la partie du barrage exposée aux dangers que peut présenter l'écoulement des eaux et des laves

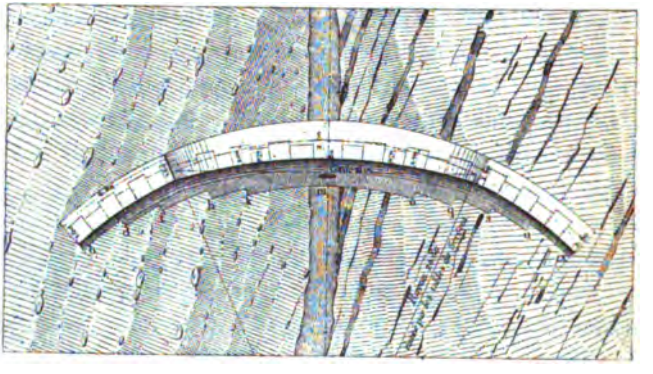


Fig. 24. — Plan dégagé des Terres.

forme une seule masse bien homogène, parfaitement liée, et présentant des garanties de stabilité et de durée bien plus considérables qu'une maçonnerie en pierre sèche, où le

départ d'une seule pierre peut, à un moment donné, compromettre la solidité de l'ensemble. Cette maçonnerie de mortier réalise même une économie dans la dépense, car elle supprime l'obligation de parer sur quatre faces au moins les pierres du couronnement et du parement aval, obligation indispensable si l'on veut obtenir des joints convenables dans le cas de la pierre sèche, mais certainement très coûteuse.

En effet, le prix du simple ébauchage des quatre faces, plus la tête de chacune des pierres qui doivent former le parement d'aval et le couronnement, est toujours élevé, vu la grandeur de la surface de l'ensemble de ces parements. Il est certainement toujours plus fort que le prix de la maçonnerie dans le cas où les matériaux sont des calcaires durs, et ne lui devient sensiblement inférieur que dans le cas où l'on emploie des grès dont le clivage facile économise considérablement le travail préparatoire des joints.

Fig. 25. — Coupe en travers sur l'axe.

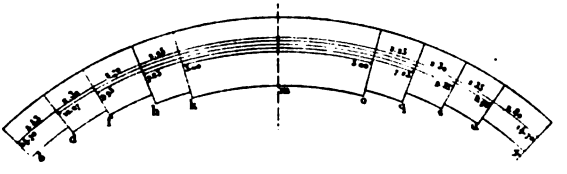


Fig.26. — Plan des Longueurs développées.

Enfin la maçonnerie dispense des crampons en fer destinés à relier les pierres du couronnement et auxquels on est souvent obligé d'avoir recours avec la pierre sèche.

Mais l'avantage le plus marqué de ce mode de construction réside dans la possibilité d'établir un aqueduc et de maintenir son fonctionnement au besoin pendant plusieurs années, avantage des plus précieux surtout dans les terres noires, ainsi que nous allons le démontrer.

Il est admis sans conteste que les atterrissements doivent, autant que possible, être faits en matériaux de toute sorte, mais qu'on doit en écarter les boues, qui ne présentent aucune consistance et seraient un obstacle à la formation ultérieure du vaste conglomérat que doit produire, avec le temps, la masse des matériaux accumulés et retenus.

Cela posé, comparons l'effet produit par un barrage en pierre sèche et par un barrage en maçonnerie mixte, et prenons pour exemple le cas d'un torrent traversant des terres noires et charriant ainsi des matériaux mêlés à des boues :

Le barrage en pierre sèche n'ayant pas d'aqueduc, mais présentant, entre les joints des pierres, une série de vides, laissera d'abord filtrer toutes les eaux arrêtées momentanément à son amont. Il est très vrai qu'il fonctionne au début comme un vaste crible à mailles très serrées et ne laissant passer avec l'eau que les petites molécules de terre; mais, s'il survient une forte lave de boue, les joints seront colmatés rapidement et il arrivera infailliblement que, si après la crue l'atterrissement n'est pas complet, il se formera à l'amont un petit lac dont les eaux ne trouveront plus d'écoulement que par le couronnement, et que les boues auront produit dès la première crue, sur les joints des pierres sèches, un effet analogue à celui que donne le mortier. Force sera bien alors de conserver les boues nouvelles qui pourront survenir à l'amont jusqu'à ce que l'atterrissement, en s'exhaussant, permette aux matériaux ultérieurs de passer sur le barrage.

Prenons, au contraire, le cas d'un ouvrage en maçonnerie mixte avec un aqueduc de bonnes dimensions; nous établissons à l'entrée de l'aqueduc, à l'amont du barrage, un grillage vertical en forts pieux de mélèze de 10 centimètres de diamètre au moins, espacés d'autant entre eux et s'appuyant sur le mur même. Ce grillage retiendra les gros matériaux, et laissera filtrer non seulement les eaux, mais toutes les boues possibles; et si, par hasard, les larges vides du grillage viennent à être bouchés par un colmatage momentané, rien ne sera plus

facile que de les ouvrir, soit au moyen d'une barre à mine, soit en soulevant un des pieux, et dès lors on ne redoutera jamais, pour peu qu'on prenne de soin, le moindre amas de boue, pas plus que le plus petit réservoir d'eau, à l'amont du barrage, et l'on aura ainsi obtenu ce criblage des matériaux dont l'utilité est incontestable.

On voit donc que, loin de nuire à la production d'un bon atterrissement, les barrages en maçonnerie présentent à cet égard les plus grands avantages. Aussi sommes-nous d'avis qu'à ce seul point de vue déjà, il est préférable d'employer ce mode de construction partout où il est possible, et qu'il convient de confiner les barrages en pierre sèche dans les seuls endroits où les transports de la chaux et du sable seraient par trop onéreux.

Ce n'est pas là le seul avantage de la maçonnerie de mortier. Son emploi permet en effet de diminuer sensiblement l'épaisseur des ouvrages sans nuire à leur solidité, et partant réalise une économie importante.

On admet généralement, en effet, que, pour les barrages en pierre sèche, on doit donner au milieu du couronnement une épaisseur égale à la moitié de la hauteur de l'ouvrage au-dessus du lit et qu'il convient de donner au parement aval un fruit de 25 p. 0/0, soit le quart.

Dans nos barrages mixtes, au contraire, nous donnons une épaisseur moyenne égale à la moitié de la hauteur et un fruit de 20 p. 0/0, soit un cinquième, ce qui diminue considérablement le cube de la maçonnerie, ainsi que l'exemple suivant le démontre :

Supposons, pour fixer les idées, une hauteur de 4 mètres au-dessus du lit. Dans le cas de la pierre sèche, nous aurons au milieu du couronnement une épaisseur de 2 mètres, qui, avec le fruit de 25 p. 0/0, donnera une épaisseur de 3 mètres à la base, de sorte que la coupe formera un trapèze ayant une surface de $5 \times 2 = 10$ mètres carrés.

Dans le cas de la maçonnerie mixte, nous avons une épais-

seur moyenne de 2 mètres, soit $1^m,60$ au couronnement et $2^m,40$ à la base. D'où la surface de la coupe sera de $4 \times 2 =$ 8 mètres. Le cube, pour une longueur égale, sera donc diminué d'un cinquième.

Un second avantage, le plus sérieux, consiste en ce que si, par une grande lave, le barrage vient à être attaqué, il ne disparaîtra pas comme s'il était fait en pierre sèche et ne subira qu'une brèche à son couronnement qu'on pourra réparer rapidement et à peu de frais. Le couronnement est, en effet, la partie la plus sensible des barrages; c'est par là qu'ils sont surtout attaqués par les laves; aussi convient-il de le construire aussi uni que possible, sans la moindre aspérité qui puisse donner prise aux arêtes des blocs en mouvement [1].

Un troisième avantage se manifeste pendant le cours de la construction même; s'il arrive une crue, il n'y a guère que la maçonnerie fraîche de un à deux jours qui est emportée, le reste résiste, ce qui n'a pas lieu dans la maçonnerie en pierre sèche, d'où résulte encore une économie importante [2].

Enfin la maçonnerie mixte, nécessitant un cube de matériaux inférieur à la maçonnerie en pierre sèche et permettant l'emploi de plus petits matériaux, rend plus facile l'exécution des barrages dans les torrents où la pierre de bonne qualité ne se trouve pas en grande abondance.

Il peut se présenter certains cas spéciaux où la maçonnerie mixte est insuffisante et où il devient indispensable de construire l'ouvrage tout entier en maçonnerie de mortier. Supposons, en effet, une partie de torrent à lit affouillable dont les berges instables manifestent des tendances au glissement dans le sens du profil en travers; admettons, en outre, qu le profil en long de cette partie du torrent ne permette pas de donner à un barrage, établi à l'aval sur des terrains solides, une hauteur assez grande pour produire l'atterrissement nécessaire à l'arrêt des glissements; nous aurons là un exemple

1. — Voir la note B, page 414.
2. — Voir la note C, page 421.

des cas exceptionnels où l'on sera obligé de recourir à la maçonnerie exclusive de mortier. A cause de ces glissements, il faut produire un élargissement de section d'autant plus marqué que, dans ces cas exceptionnels, le lit est généralement très resserré ; force est donc d'établir un ouvrage qui puisse présenter une solidité à toute épreuve, jusqu'à la production de l'atterrissement qui mettra fin à tout danger de glissement ; il faudra donc un massif compact, bien homogène et qui résiste par sa masse soit aux crues dans le sens du profil en long, soit aux poussées des berges dans le sens du profil en travers, toutes conditions auxquelles peut seul satisfaire un barrage rectiligne construit dans son entier en maçonnerie de mortier hydraulique (*de Gayffier*, Pl. 17).

En résumé, dans les constructions de barrages en pierre dans les torrents, nous conseillons :

1° De réserver la maçonnerie de pierre sèche aux seules parties du torrent placées dans des altitudes telles que le transport de la chaux et du sable devienne par trop onéreux et donne au prix du mètre cube de maçonnerie un taux beaucoup plus élevé que celui du mètre cube des gros moellons piqués, indispensables au parement d'aval et au couronnement ;

2° D'employer partout ailleurs, dans les cas ordinaires, la maçonnerie mixte ;

3° De ne construire entièrement en maçonnerie de mortier que dans des cas très rares et tout à fait exceptionnels.

Maintenant que les genres de maçonnerie qu'on peut employer, selon les cas, sont connus, il reste à rechercher les types qu'il conviendra d'adopter définitivement dans les divers cas qui pourront se présenter.

Nous commencerons par éliminer de la série exposée ci-dessus les trois modèles portant les n° 3, 5 et 8, dans lesquels le parement d'aval est vertical. Dans les torrents à affouillement qui nous occupent, on ne peut admettre, en effet, que les barrages auront perpétuellement, ou même seulement pendant un grand nombre d'années, à supporter le passage

de gros matériaux; l'on doit, au contraire, partir du principe que, le plus souvent, les barrages n'auront à subir ces passages que très rarement et en petite quantité, si les circonstances locales ont permis d'entreprendre la correction par le haut et, dans le cas contraire, qu'ils n'auront à redouter les grandes laves que pendant un nombre d'années très restreint, car la correction une fois commencée doit être continuée sans interruption.

D'autre part, le parement d'aval vertical ne peut convenir exclusivement qu'aux barrages en pierre sèche; cette disposition serait, dans le cas de la maçonnerie mixte ou pleine avec mortier, des plus contraires à la stabilité de l'ouvrage dont la construction doit s'opposer à un renversement de l'ensemble et fournir la plus grande résistance à la poussée venant de l'amont, tandis que dans la maçonnerie de pierre sèche, le danger est moins dans le renversement de la masse totale que dans l'instabilité des matériaux presque indépendants les uns des autres, qui, dans le cas du fruit à l'amont, se trouvent mieux assis et ne risquent aucun choc à l'aval.

Quant à la rupture totale de la vitesse de l'eau, les travaux exécutés à l'aval des barrages enlèvent tout intérêt à cette considération, d'ailleurs peu importante, au cas actuel.

La forme en voûte doit toujours être préférée chaque fois que les fondations creusées dans les berges mettent à découvert une roche, ou même un terrain assez solide, pour que la voûte puisse y trouver un point d'appui inébranlable.

Mais on conçoit que cette forme réclame des berges très solides, sans lesquelles la voûte, privée d'appui, ne résisterait plus que par sa propre masse, auquel cas dès lors il est préférable de lui substituer un mur rectiligne à l'amont et à l'aval, tout en conservant d'ailleurs le même fruit et le même couronnement. Avec un cube égal de maçonnerie on pourra prolonger plus avant, dans les berges, les fondations de l'ouvrage, et leur donner ainsi un appui plus efficace que dans le cas de la forme en voûte.

Pour les barrages en voûte, nous sommes d'avis d'adopter exclusivement le deuxième type, modèle n° 4, à parement d'amont cylindrique et parement d'aval conique, et de rejeter les autres pour les motifs suivants :

Le type n° 1 ne permet pas de donner à la voûte une courbure suffisante pour qu'elle produise son véritable effet, sans quoi la rectitude du parement d'amont entraînerait à un cube de maçonnerie par trop considérable. Si, en effet, comme cela doit être, les pierres sont posées en voussoirs, la maçonnerie forme un anneau aux deux aisselles duquel on place un cube important de maçonnerie, dont l'expérience a démontré qu'on pourrait parfaitement se passer. Le barrage portant le n° 2 (à la figure 31) est construit dans ce genre. Appelé à servir de base à un système de onze barrages successifs établis dans le but d'arrêter d'énormes glissements, il a été bâti entièrement en maçonnerie de mortier hydraulique; ce n'est qu'après l'achèvement de cet ouvrage, représentant le premier grand barrage construit dans les Basses-Alpes, que nous avons modifié la forme des ouvrages ultérieurs.

Les ailes du modèle n° 2 (1er type) présentent le grave inconvénient d'offrir aux grandes laves des saillies qui risquent d'être enlevées, vu le peu de résistance qu'elles peuvent posséder.

Dans le cas où le torrent n'est sujet qu'à des crues d'eau, elles sont avantageusement remplacées par une courbe aplatie en son milieu et relevée à ses deux extrémités, qui empêche la concentration de la masse des eaux au milieu et diminue la puissance de l'affouillement.

Ces considérations nous amènent donc à ne conserver, pour les barrages, que trois types généraux, savoir :

Le n° 4, pour les barrages en voûtes;

Le n° 6, pour les barrages en voûte sur une partie seulement;

Et le n° 7, pour les barrages rectilignes.

Cela posé, nous allons examiner les cas où ces types devront

être appliqués, la maçonnerie qu'il sera préférable d'employer et les conditions générales de leur construction :

Les barrages du type n° 4, que nous désignerons à l'avenir sous le nom de barrages *curvilignes*, peuvent être employés dans tous les cas où les berges dans lesquelles ils seront encastrés ne manifestent aucune tendance à se mettre en mouvement.

Pour leur construction on emploiera, soit la pierre sèche, soit la maçonnerie mixte, à l'exclusion de la maçonerie de mortier de chaux hydraulique en plein, qui n'a aucune raison d'être ici.

Si les conditions locales ont fait décider que l'on bâtirait en pierre sèche, on donnera au parement aval un fruit de 25 p. 100 ; les pierres seront posées en voussoirs, de manière que leur lit soit dans un plan vertical et leur queue dans le sens du rayon de la courbe ; on pourra, si l'on veut, incliner ces queues de façon à les mettre normales au fruit, mais on devra éviter que cette disposition se prolonge jusqu'au couronnement, dont la coupe devra toujours être horizontale et non perpendiculaire au parement aval. Cette disposition est des plus importantes pour le maintien des pierres de l'arête du couronnement, qui, sans cela, risqueraient d'être arrachées par des blocs exerçant une forte pesée sur le bord de cette arête.

L'épaisseur du barrage mesurée au milieu de son couronnement sera égale à la moitié de sa hauteur au-dessus du lit, hauteur prise sur le parement d'amont.

Le barrage sera solidement fondé dans le fond du lit comme dans les deux berges. A cet effet on opérera comme nous le décrirons ci-après pour les barrages en maçonnerie mixte.

La courbe du parement d'amont sera déterminée par un arc de cercle ayant une flèche égale au dixième de la corde.

Au parement d'aval la courbe du couronnement aura pour projection sur le plan vertical, normal à l'axe du torrent, un arc de cercle tracé dans des conditions identiques. Au parement d'amont elle sera aussi un arc de cercle à flèche égale,

Mais à corde plus longue déterminée par la direction donnée aux extrémités de la section du débouché que l'on trace dans le sens du rayon de la courbe de la voûte. On obtient ainsi, pour la section du débouché, une surface légèrement gauche qu'en construction il est très facile d'établir à cause de la disposition des pierres en voussoirs.

A chacune des extrémités de l'arc du couronnement déterminant la section jugée suffisante pour le débouché, les ailes seront prolongées vers les berges en lignes soit horizontales, soit inclinées, suivant le cas.

Cette disposition des pierres en voûte, sur toute la section du couronnement destinée au débouché, aide beaucoup au maintien des pierres entre elles, mais ne suffit pas néanmoins; aussi est-il toujours prudent de réunir ces pierres par des crampons en fer forgé (voir note F, page 467) bien scellés.

Si l'on a choisi la maçonnerie mixte pour le barrage, on modifiera ainsi les dimensions précédentes :

L'épaisseur ne sera plus calculée au-dessus du couronnement, mais bien au milieu de la hauteur du barrage au-dessus du lit à l'amont; on aura ainsi l'épaisseur *moyenne* à laquelle on donnera pour dimension la moitié de cette hauteur du barrage.

La courbe du parement d'aval sera toujours déterminée par un arc ayant sa corde décuple de la flèche. Les figures 23, 24 et 25 donnent le type d'un barrage de ce genre.

On pourra adopter, pour le couronnement, des courbes régulières analogues à celles indiquées pour le barrage en pierre sèche, mais sans y être autant obligé dans l'intérêt de la solidité, car ici le couronnement est fait en maçonnerie de mortier hydraulique où toutes les pierres, bien reliées, deviennent solidaires.

On pourra donc, si l'on veut, se contenter d'une ligne courbe, au plus bas du couronnement, et la prolonger, de chaque côté, par deux lignes droites plus ou moins inclinées. Le couronnement sera alors déterminé, à sa partie inférieure,

par une surface à peu près cylindrique et, sur ses deux côtés, par une surface plane. (*de Gayffier,* Pl. 22.)

Les fondations dans le fond du lit seront ouvertes à la profondeur indiquée par des sondages préalables, exécutés lors des études, et seront poursuivies jusqu'à une profondeur suffisante, au cas où ces sondages auraient donné des indications erronées.

Si l'on trouve la roche, on y continuera les fondations jusqu'à une profondeur variant de 1 mètre à 2 mètres, suivant la dureté de cette roche; ces fondations pourront être menées plus profondes au parement aval et tracées par ressauts verticaux avec assises horizontales formant une série de *redans.*

Si la roche n'apparaît que sur certains points, laissant entre eux des espaces terreux, on préparera les fouilles sur ces points rocheux, pour permettre d'y fonder les culées de voussoirs posés à cheval sur les espaces terreux, et l'on remplira les vides de ces petites voûtes avec de la maçonnerie.

Si, enfin, on ne trouve pas de roche, on poussera jusqu'au terrain dur que l'on pilotera au besoin, et sur lequel on étendra une couche de béton avant de commencer la maçonnerie.

Le fruit du parement aval est poursuivi jusqu'au point le plus bas des fondations.

Dans les berges, les fondations seront creusées par redans ayant leur hauteur suivant la verticale, et leur longueur suivant l'horizontale.

Si l'on trouve la roche dans les fouilles des berges, on établit des redans de petites dimensions, de 1 mètre par exemple. Dans le cas contraire, où l'on rencontre de la terre, on donne aux redans des dimensions plus fortes et l'on fait pénétrer plus avant les fondations.

Les barrages curvilignes à maçonnerie mixte présentent une force de résistance extraordinaire, que nous avons pu constater pendant les violents orages de l'été de 1876 [1].

1. — Voir la note C, page 421.

Dans certains cas, si l'on se trouve avoir à construire, à la partie inférieure d'une section où le torrent est très redoutable, un ouvrage appelé à servir de base à tout un système, on peut le bâtir tout entier en maçonnerie de mortier hydraulique; le couronnement est fait en maçonnerie de pierre de taille, le parement d'aval en moellons piqués et le corps du barrage en maçonnerie ordinaire (*de Gayffier,* Pl. 17).

Le type n° 7, que nous appellerons désormais *barrages rectilignes*, ne peut être utilement construit en pierre sèche, à cause du peu de liaison qu'auraient entre eux les matériaux, qui ne sauraient présenter une force suffisante de résistance à l'entraînement.

Dans le cas où les mouvements du sol des berges ne sont pas très redoutables, on peut employer avantageusement la maçonnerie mixte. Mais si les mouvements sont importants, il convient de s'en tenir à la maçonnerie de mortier en plein pour tout l'ouvrage. On dispose la construction comme pour les barrages en courbe, sauf la différence que produit l'absence de courbure de l'ouvrage. (Les figures 35, 36 et 38 fournissent dans le barrage portant le n° 3 un modèle complet de ce genre d'ouvrage) (*de Gayffier,* Pl. 20, 21).

Le type n° 6 ne peut convenir à un grand ouvrage qui aurait à supporter une puissante pression à son amont, car les points d'appui de la voûte ne seraient pas suffisamment forts.

Mais il convient parfaitement aux nombreux ouvrages de faibles dimensions qu'on peut avoir à construire vers les origines des ravins et des torrents, dans les sections où le profil en long très relevé nécessite de nombreux ouvrages, où la pierre abonde et où la maçonnerie de mortier devient trop coûteuse pour être généralisée.

On doit donc s'en tenir ici à la construction en pierre sèche exclusivement. Ces ouvrages, vu leurs faibles dimensions, coûtent relativement peu et ne nécessitent pas un devis spécial pour chacun d'eux : on les construit sur quelques types donnés.

Ils jouent, aux grandes altitudes, dans les ravins très garnis de pierres, le rôle des clayonnages et des fascinages dans les

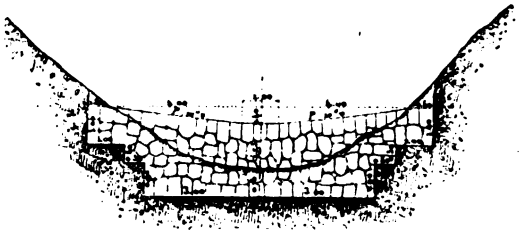


Fig. 27. — Barrage rustique. — Élévation dégagée des Terres.

ravins inférieurs et dans les combes des terrains schisteux où la pierre fait défaut. Pour bien les distinguer, nous leur avons

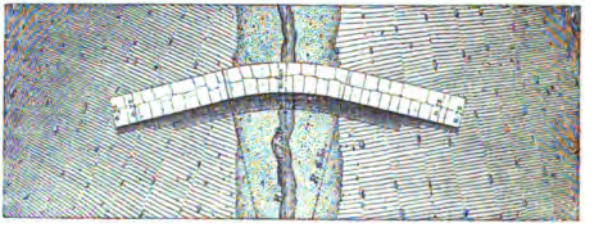


Fig. 28. — Plan dégagé des Terres.

donné le nom de *barrages rustiques*. (Les figures 27, 28 et 29 donnent le modèle des ouvrages de ce genre.)

Fig. 29. — Coupe sur l'axe.

Il y a tout avantage à donner à l'entreprise les travaux de maçonnerie.

D'une part, en effet, les agents forestiers ne sauraient entrer dans les mille détails commerciaux que réclame l'exécution de pareils ouvrages sans risquer d'arriver à des dépenses bien supérieures au prix que peuvent consentir des entrepreneurs

habitués à ces travaux et bien outillés en ouvriers et en matériel.

D'autre part, l'intérêt même de l'entrepreneur est adéquat avec celui de l'État, car il a tout avantage à employer dans la maçonnerie les plus gros matériaux possibles. Au surplus, le devis doit prévoir toutes les conditions, et il ne reste qu'à en assurer l'exécution par une surveillance constante et attentive.

Ouvrages divers en Maçonnerie. — Les barrages ne sont pas toujours fondés dans le roc, et dès lors leur base se trouve exposée à tous les dangers de l'affouillement que provoque inévitablement une chute qui atteint parfois une hauteur de 5 mètres et acquiert une puissance très considérable lors des crues extraordinaires. Dans le cas même où ils seraient fondés dans le roc, il peut arriver que ce roc se délite sous les influences atmosphériques et se laisse creuser par la chute de l'eau et des matériaux qu'elle charrie.

Il importe donc de préserver leur pied contre un pareil affouillement susceptible d'atteindre et de dépasser même la base des fondations et de compromettre ainsi la stabilité de l'ouvrage.

On a eu recours, dans ce but, à bien des systèmes dans lesquels le bois joue un grand rôle, tels que : radiers formés de grandes pièces de charpente entre-croisées et dans les vides desquelles on dispose de gros blocs; radiers avec pièces de bois posées sous les fondations du barrage et formant une sorte de grillage placé sur un lit de fascines de plus d'un mètre d'épaisseur; radiers en blocages avec une tête formée par une ou plusieurs grandes pièces de bois maintenues par des pilots fortement enfoncés dans le lit, etc.

Tous ces radiers ont le défaut capital, surtout dans le climat sec du Midi, d'avoir, pour base de leur solidité, le bois, qui, exposé aux alternatives d'humidité et de sécheresse, de chaleur et de froid, ne tarde pas à se décomposer et à compromettre ainsi la durée de l'ouvrage.

Aussi leur préférons-nous ce qu'on est convenu d'appeler le *contre-barrage*, c'est-à-dire un mur en travers, courbe ou rectiligne, suivant les cas, profondément fondé à l'aval du barrage, à une distance toujours plus grande que la hauteur de chute, et n'ayant dans le sens du profil en long qu'une minime saillie au-dessus du lit, de manière à ne provoquer à son aval aucun affouillement.

Si le sol sur lequel est construit le barrage est très affouillable, on réunira le contre-barrage avec le pied du barrage par une maçonnerie suffisamment épaisse, faite avec mortier hydraulique si possible, et à défaut en pierre sèche, mais avec les plus gros matériaux qu'on pourra se procurer [1].

On lui donnera, en coupe en travers, une forme analogue à celle du couronnement du barrage, de façon à lui procurer une section non égale mais supérieure à celle du débouché, à cause du remous des eaux qui s'y produira infailliblement, par suite de la pente faible, ou même nulle, qu'on lui donnera dans le profil en long. Cette pente ne doit pas dépasser en général 2 ou 3 centimètres par mètre; il est même souvent avantageux, dans certains cas, de la supprimer et de construire le radier horizontal dans le sens du profil en long.

On peut disposer le contre-barrage par rapport au radier maçonné à son amont, soit en établissant son couronnement dans le prolongement même du radier, soit en le plaçant en contre-haut; si la hauteur du barrage d'amont n'est pas très forte, on pourra adopter la première disposition et opérer ainsi qu'il suit :

On construira sur les deux berges un mur de revêtement destiné à les préserver contre tout affouillement causé par le remous, et, pour protéger à son tour le contre-barrage contre un affouillement quelconque, on exécutera à son aval, sur une longueur à peu près égale à la sienne, un bon enrochement maintenu par des pilots et bordé de chaque côté par des clayonnages longitudinaux.

1. — Voir la note F, page 467.

Enfin, à la base de ces enrochements, on commencera la série des clayonnages transversaux reliés par des clayonnages longitudinaux, tous deux appelés à empêcher tout affouillement longitudinal ou latéral du lit, et à maintenir sa régularité.

Les figures suivantes donnent le détail complet d'un pareil système exécuté dans le torrent du Bourget (Basses-Alpes), sur une section des plus dangereuses par la nature affouillable du lit, bordé de chaque côté de berges en mouvement de glissement (*de Gayffier,* Pl. 18, 19).

La figure 30 donne le plan des lieux *avant* l'exécution des travaux.

La figure 31 donne le plan du torrent *après* l'exécution des barrages, la production des atterrissements, la construction des fascinages, le talutage des berges et leur plantation.

La figure 32 indique le profil en long de la section avant et après les travaux.

Les figures 33 et 34 donnent les détails de la construction des clayonnages placés à l'aval du radier.

Les figures 35, 36, 37 et 38 fournissent tous les détails de la construction du barrage, du contre-barrage, du radier et du mur de revêtement.

Les murs de revêtement, qui, près du barrage, sont inclinés à $\frac{2}{3}$ et doivent se raccorder à leur extrémité avec les clayonnages longitudinaux établis verticalement, présentent nécessairement une surface gauche.

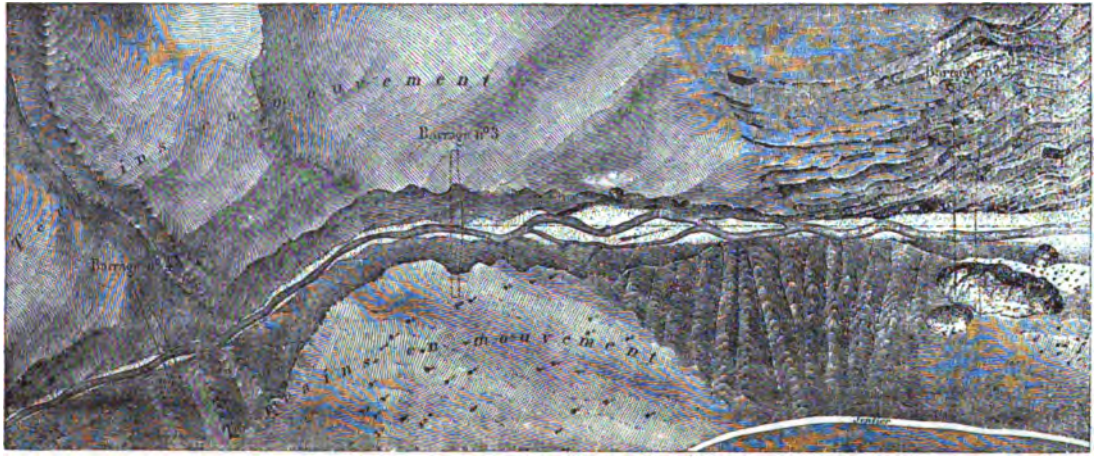
Les murs, le radier ainsi que le contre-barrage sont exécutés en maçonnerie de mortier; le couronnement du contre-barrage ne présente aucune saillie dépassant le niveau du radier, et un fort enrochement est construit à son aval.

Si, au contraire, la hauteur de chute du barrage d'amont est forte, il sera préférable de disposer le contre-barrage en saillie au-dessus du radier et l'on procédera de la manière suivante :

On établira la partie supérieure du radier en contre-bas de l'ancien lit au pied du barrage et on ne lui donnera aucune

Fig. 30. — TORRENT DU BOURGET.

Plan de la Section comprise entre les Barrages nos 2, 3 et 4 avant l'Exécution des Travaux.



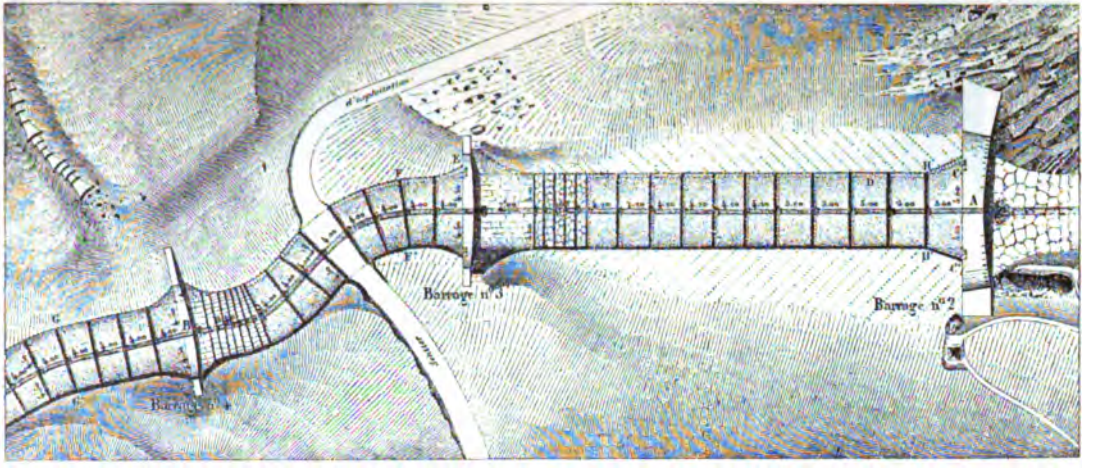


Fig. 31. — Torrent du Bourget.

Plan de la même Section après l'Exécution des Ouvrages.

pente; le couronnement du contre-barrage s'élèvera en saillie

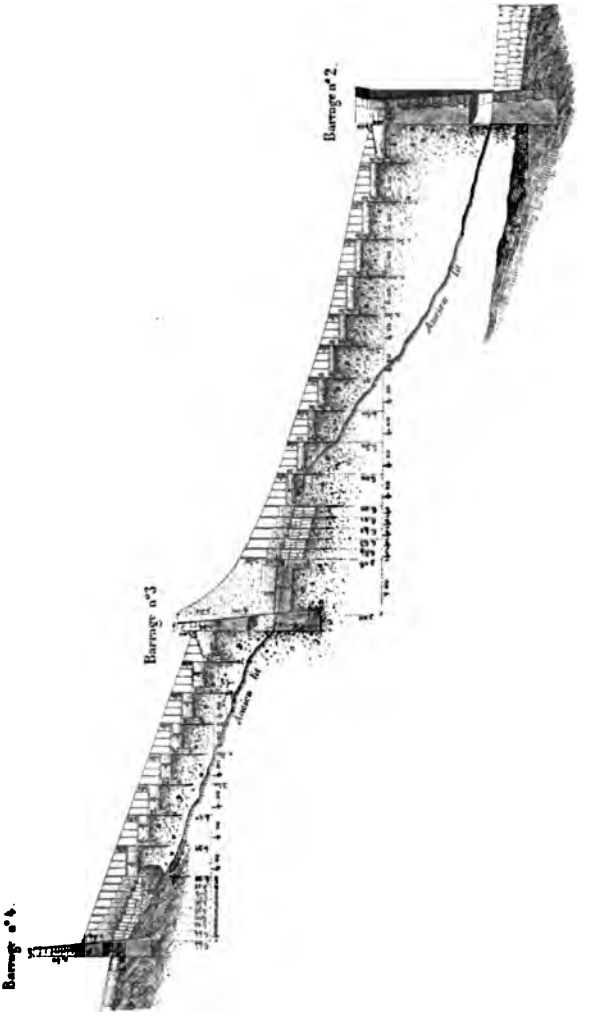


Fig. 32. — Torrent du Bourget.

à 50 centimètres au-dessus de ce radier et sera muni à son aval d'un enrochement en pentes douces.

Au moyen de cette disposition, les eaux tomberont de la

hauteur du barrage sur une épaisseur liquide de 50 centimètres a moins, formant une sorte de matelas amortissant le choc; elles y perdront, par suite du remous, toute la vitesse

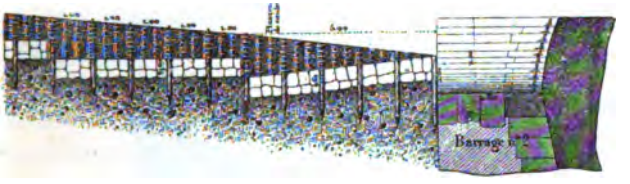


Fig. 33. — Coupe suivant C D. — Détails de la construction d'un Clayonnage longitudinal.

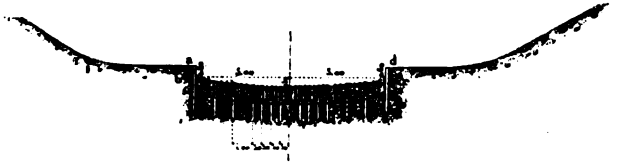


Fig. 34. — Coupe d'un clayonnage transversal.

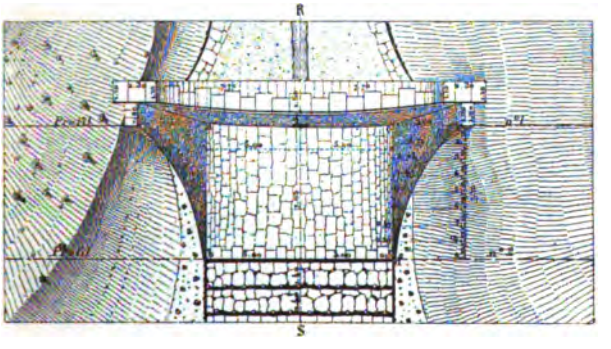


Fig. 35. — Plan du barrage n° 3, du radier, des murs de revêtement à surface gauche et d'une portion de l'enrochement.

acquise et ressortiront sans la moindre violence par le couronnement du contre-barrage, qui sera le point de départ d'une nouvelle vitesse dans le parcours situé à son aval.

Quand le fond du lit ne sera pas très affouillable, on pourra se contenter de placer entre le contre-barrage et le pied du barrage un simple enrochement de gros blocs qui, maintenus

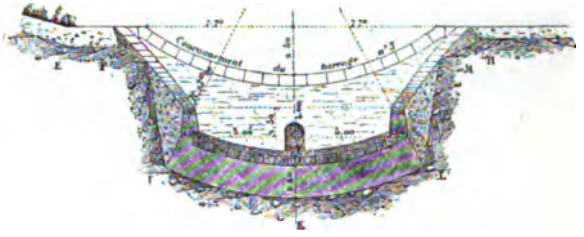


Fig. 36. — Coupe du Radier et des murs en aile suivant le profil en travers n° 1.

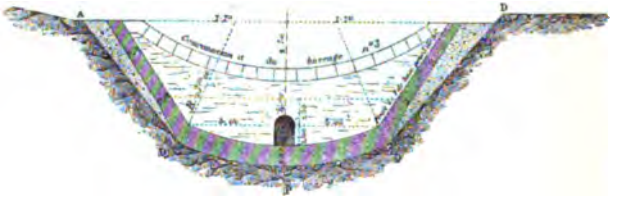


Fig. 37. — Coupe sur la tête du radier et des murs suivant le profil en travers n° 2.

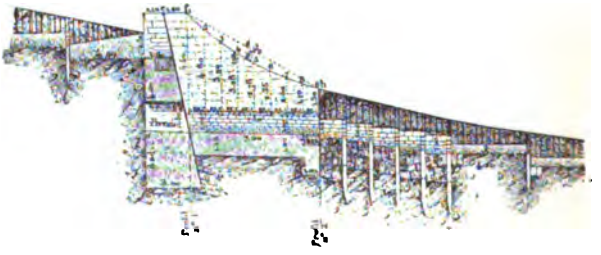


Fig. 38. — Coupe en long suivant la ligne RS du plan.

par la saillie du couronnement du contre-barrage, ne pourront être entraînés et remplaceront économiquement la maçonnerie du radier.

Enfin, dans bien des cas, on pourra même se dispenser du contre-barrage et se contenter d'un enrochement soutenu par des pieux fortement enfoncés et par le premier clayonnage transversal de l'aval.

Il peut arriver, dans certaine section d'un torrent donné, qu'une des berges soit en mouvement de glissement vers la berge opposée, composée de roche très dure. Dans ce cas, le profil en travers du torrent est toujours étroit et aigu. Afin d'éviter tout affouillement au pied de la berge instable, on est obligé de rélargir la section du lit au moyen de barrages; mais, comme on a tout intérêt à diriger les eaux vers la berge solide, on ne peut évidemment donner au couronnement une section symétrique analogue à celle que nous avons indiquée jusqu'ici; on la modifie alors de façon que la plus grande masse des eaux soit portée vers la berge solide.

Il peut arriver parfois aussi, dans certaine section de torrent située vers ses origines et présentant dès lors des pentes énormes de 30 à 40 pour 100, qu'une rive (la droite par exemple) soit formée de rochers très durs dont les couches plongent sous la rive gauche, ne présentant que des berges qui, formées de terre et de pierrailles, sans cesse rongées par le torrent, contribuent pour une large part à la formation des laves; il faut alors empêcher le torrent de creuser sur la rive gauche et le forcer à couler vers sa rive droite formée de roches dures. Pour atteindre ce but on construit, à distances égales et assez rapprochées, 10 mètres par exemple, une série d'*épis* placés perpendiculairement à l'axe du torrent et ayant la position de barrages en murs inclinés.

Ces ouvrages, construits nécessairement en pierre sèche, vu l'altitude du lieu, ont pour but de retenir un enrochement de blocs qu'on établit entre eux et dont la surface est indiquée par un plan passant par le couronnement de deux *épis* successifs. On arrive par ce moyen à encaisser les eaux, toujours moins redoutables à ces grandes altitudes, entre la rive droite solide et l'enrochement incliné sur la rive gauche qui se

trouve dès lors garantie, car les épis servent de seuils et empêchent tout affouillement longitudinal, pendant que l'endiguement met obstacle à l'affouillement latéral. Ces travaux ne peuvent s'exécuter dans les grands torrents qu'aux fortes altitudes, vers leur origine, et par suite sur des points où leur puissance est beaucoup moindre que dans les régions inférieures.

Il peut se rencontrer aussi, dans ces mêmes altitudes et dans des conditions de profils en long et en travers analogues, qu'une section de torrent présente les conditions suivantes :

Le torrent coule sur un lit terreux, encaissé dans des berges également formées de terre; il affouille sans cesse et donne naissance à de nombreux glissements sur ces deux berges. La première idée qui vient à l'esprit pour corriger cette section est d'y construire une série de barrages appelés à empêcher tout affouillement en relevant le lit du torrent. Mais la pente excessive du profil en long va entraîner la construction d'un nombre énorme de barrages, nécessitant de profondes fondations dans le lit comme dans les berges, et placés pour ainsi dire les uns sur les autres; de là une dépense trop considérable qu'il est indispensable d'éviter.

Dans de pareilles conditions on est ramené à songer à la construction d'un grand perré en pierre sèche, vu l'altitude, occupant toute la longueur de cette partie du torrent et présentant une section que ne puissent jamais surmonter les plus hautes eaux. Mais, avec une pente de 30 à 40 pour 100, on ne peut penser à construire un tel perré, en suivant le profil en long, sans avoir à craindre l'enlèvement des pierres par la force d'entraînement ou d'affouillement des eaux se précipitant sur des pentes excessives. Pour parer à pareille difficulté, on établit une série de seuils en pierre sèche avec même section que le perré et ayant une hauteur de chute destinée à modifier la pente générale. Quant au perré lui-même, on l'établit avec ressauts de faible hauteur, de façon à diminuer encore la pente dans chacun des paliers, et on le fonde sur un

enrochement établi préalablement d'après le profil nouvellement adopté. Pour augmenter le ralentissement du cours de l'eau, on ménage au pied de chaque seuil un radier horizontal. Enfin, à la base même de tout le système, on construit un petit barrage en maçonnerie de mortier, fondé solidement sur la roche au point où cesse le lit terreux, et destiné à maintenir inébranlable le pied du perré ainsi construit.

Les perrés sont encore susceptibles d'un fructueux emploi dans la région tout à fait inférieure du torrent, sur son cône de déjection, quand il ne charrie plus de matériaux en grande abondance et approche de son extinction; la section du perré n'a plus besoin d'être bien forte, et dès lors la dépense peut se trouver en rapport avec le bénéfice qu'elle procure aux propriétaires du cône, qui sont les premiers intéressés à le mettre à l'abri des incursions ou de l'affouillement des eaux.

L'examen de ce genre de travail démontre qu'il ne peut être appliqué indifféremment dans toutes les parties d'un torrent et qu'il faut, pour l'employer économiquement, que la section nécessaire au débouché des eaux soit très réduite.

Barrages en Bois et Barrages vivants. — Il arrive souvent que des sections de torrents et de ravins ne présentent ni dans le fond de leur lit, ni dans leurs berges, des pierres soit d'assez bonne qualité, soit en assez grande quantité, pour permettre d'y construire économiquement des barrages en maçonnerie de pierre sèche ou de mortier.

Dans les pays forestiers de la Suisse, l'on a recours au bois avec lequel on construit des barrages ayant parfois de très grandes dimensions. Ces ouvrages ont toujours le grave défaut de ne pouvoir durer longtemps, d'obliger dès lors à des reconstructions fréquentes, et de présenter en outre des dangers de rupture au moment où l'on aurait cru pouvoir compter encore sur leur solidité.

Au point de vue donc de la construction de grands ouvrages appelés à produire et à maintenir perpétuellement leur effet,

comme la plupart des grands barrages en maçonnerie, il faut renoncer à utiliser le bois, soit seul, soit en mélange avec les pierres.

Aussi bien les travaux de reboisement en France ne s'opèrent généralement pas dans des contrées bien forestières et le bois ne s'y présente pas dès lors dans des conditions de bas prix susceptibles de provoquer une grande tentation de l'employer pour de grands ouvrages appelés à se perpétuer.

Il faut donc s'en tenir à la construction d'une série de petits ouvrages dont l'ensemble puisse produire sur la correction de

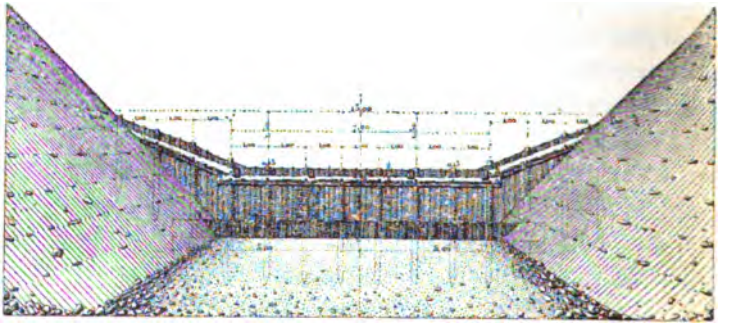


Fig. 39. — Clayonnage de 1er ordre avec Longrines, Moises et Radier (1er type). Élévation.

a section à traiter un effet analogue à celui d'un ou plusieurs grands barrages, et alors abandonner toute idée de barrage en bois, pour s'arrêter exclusivement aux clayonnages et aux fascinages. Ces genres d'ouvrages sont bien, il est vrai, construits avec du bois, mais ils ont sur les premiers l'avantage précieux de se perpétuer et de développer leur effet avec le temps au lieu de disparaître; ils forment, en définitive, de véritables barrages *vivants* dans le fond du ravin.

Les clayonnages de premier ordre sont les plus importants parmi les barrages *vivants*. Ils peuvent atteindre parfois une assez grande longueur (de 20 à 30 mètres); mais leur hauteur ne dépasse jamais $1^{m},40$ ou $1^{m},50$ au-dessus du lit du torrent.

Nous les rangeons en deux types principaux : le clayonnage à moises à l'amont et le clayonnage à longrine encastrée, chacun n'ayant qu'un seul parement tressé.

Les figures 39, 40 et 41 représentent le premier type en élévation, plan et coupe (*de Gayffier*, Pl. 14).

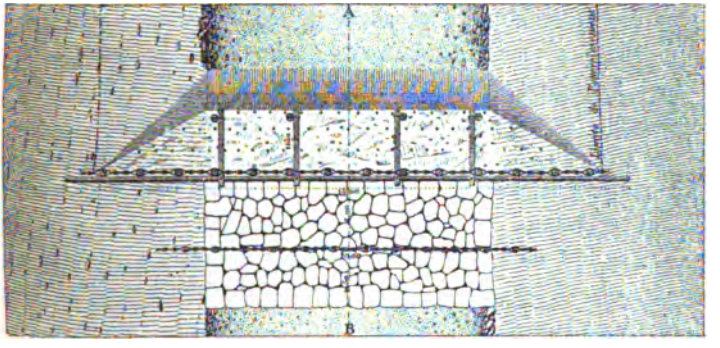


Fig. 40. — Plan.

La hauteur au-dessus du lit est de $1^{m},40$.

Le couronnement est horizontal sur une longueur de $3^{m},50$ de chaque côté de l'axe et fortement relevé à ses deux extrémités ($1^{m},50$ de base pour 4 mètres de hauteur).

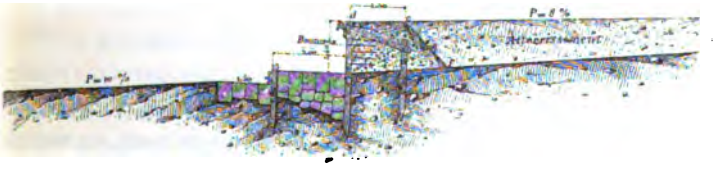


Fig. 41. — Coupe en long suivant A B du plan.

Le tressage est formé au moyen de branches de saule les plus fortes qu'on puisse employer, placées alternativement en avant et en arrière de piquets verticaux également espacés et fixés solidement sur tout le développement de l'ouvrage. Ces piquets sont de deux sortes : les uns sont en bois le plus dur qu'on ait à portée des travaux, les autres sont des plan-

çons de saule appelés à végéter. Les gros piquets sont reliés entre eux par une longrine placée horizontalement un peu au-dessous de la ligne du couronnement.

De chaque côté de cette longrine centrale, il s'en trouve une autre reliant les piquets placés sur les ailes.

A $1^m,50$ en amont du parement clayonné, sont solidement plantés quatre piquets dépassant le sol de 80 centimètres au plus et reliés avec la longrine horizontale par des moises destinées à augmenter la résistance du clayonnage à la poussée de l'atterrissement et à le maintenir ainsi rectiligne.

Au pied du clayonnage est établi un radier dont la tête est formée par un petit clayonnage de 50 centimètres de hauteur ayant lui-même, à son pied, un petit enrochement.

A l'amont de l'ouvrage se trouve un remblai en terre et pierraille, *def* (*fig.* 41), ayant une plate-forme de $1^m,50$ de largeur au sommet et talutée à 45 degrés. Ce terrassement est destiné à protéger le clayonnage contre le premier choc des crues avant son atterrissement et à permettre aux boutures d'entrer immédiatement en végétation. Ces boutures sont de deux sortes : les unes, placées presque horizontalement dans le sens de l'axe du ravin, passent leur tête à travers le clayon; les autres sont enfoncées verticalement dans la plate-forme du terrassement.

Ainsi construit, le clayonnage présente, quant à sa forme générale, l'analogie la plus complète avec les barrages rectilignes en maçonnerie.

Dans l'exemple dont il s'agit, les piquets sont en mélèze apointés au gros bout et leur plus petit diamètre varie de 12 à 18 centimètres; on les carbonise sur $1^m,50$ de longueur du côté du gros bout, qui doit être mis en terre.

Les piquets de saule sont pris dans des branches coupées depuis cinq jours au plus; on a soin de rafraîchir leur bout par une section bien nette au moment de leur emploi.

Les longrines, ainsi que les moises, sont également en mé-

lèze, et doivent avoir 20 centimètres de largeur sur 14 centimètres d'épaisseur.

Les branches de saule sont fournies par fascines de 3 mètres de longueur sur 1 mètre de tour, préparées avec des rejets, de deux à quatre ans, coupés depuis moins de cinq jours avant l'emploi.

Pour exécuter l'ouvrage, on ouvre d'abord une fouille sur toute sa longueur, de manière à atteindre le roc (dans les terres noires du lias) ou le sol dur (dans d'autres terrains); notre exemple étant choisi dans les marnes liasiques, on rencontrera le roc à peu de profondeur.

La fouille une fois ouverte, on creuse à la barre à mine et on drague les trous destinés à recevoir les piquets; leur diamètre est en moyenne de 15 centimètres, leur profondeur varie de 80 centimètres dans le roc à 1 mètre dans la terre dure.

Les piquets de mélèze sont placés à 1 mètre d'axe en axe et ceux de saule à 33 centimètres, soit deux piquets de saule dans l'intervalle de deux piquets de mélèze.

On place les piquets de mélèze dans leur trou par le gros bout et on les consolide en chassant à coups de masse des pierres dures faisant coin dans les trous.

Les branches destinées au tressage du clayon doivent avoir au moins 2 mètres de longueur; elles sont entre-croisées de manière à passer alternativement devant et derrière tous les piquets; le tressage doit être serré fortement; aussitôt qu'il a atteint 30 centimètres de hauteur, on établit à son amont un remblai à la surface duquel on étend un lit de boutures, de 80 centimètres de longueur, placées normalement au clayonnage, espacées entre elles de 5 à 6 centimètres et dépassant de 3 ou 4 centimètres le tressage que l'on continue sur une nouvelle hauteur de 30 centimètres; on le remblaye à son tour et on y pose un nouveau lit de boutures, et ainsi de suite.

Les longrines sont placées à 20 centimètres en dessous des têtes des grands piquets préalablement arasés à la hauteur de

1m,40, et fixées à ces piquets par des crosses en fer forgé de 23 centimètres de longueur et de 1 centimètre de côté.

Les moises sont entaillées au bout qui rencontre les longrines, de manière à bien les prendre; elles sont de plus fixées par une crosse en fer au piquet qui leur correspond, ainsi qu'au piquet d'attache enfoncé à 2 mètres en amont.

Quant au petit clayonnage, tête de radier, il est exécuté de la même manière, mais sans longrine.

Les clayonnages du second type sont rectilignes à un seul parement (*de Gayffier*, Pl. 21).

Les piquets de mélèze ont 2 mètres de longueur et sont enfoncés de 80 centimètres dans le roc; leur diamètre, au petit bout, est de 14 centimètres. Une fois les trous bien préparés, les piquets, apointés et carbonisés, y sont assujettis solidement. Cela fait, on établit une petite fouille qui met partout la roche à découvert, afin de pouvoir clayonner jusqu'à cette roche et éviter ainsi le passage de l'eau par dessous.

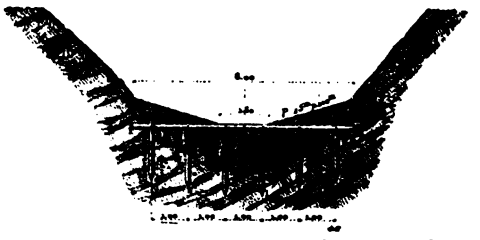


Fig. 42. — Clayonnage de 1er ordre à un seul parement avec longrine (2e type). —Élévation dégagée des Terres.

Après cela, on assujettit des piquets de saule de 1m,30 de long et de 5 centimètres de diamètre au petit bout. Ces piquets étant distants de 33 centimètres, il y en a par suite deux entre chaque couple de grands.

Ensuite on clayonne avec de très fortes branches de saule de 2 mètres de long au moins, on place un lit de boutures tous les 30 centimètres, et, au fur et à mesure, on élève un épaulement de terre par derrière.

On encastre le clayonnage de 80 centimètres dans la berge; l'on pose, à la partie supérieure, une longrine horizontale fixée

aux piquets de mélèze par de fortes crosses en fer. On achève ensuite de clayonner les ailes, auxquelles on donne une pente de 25 pour 100 de chaque côté de l'axe. La hauteur du clayonnage à l'axe est de $1^{m},20$ au-dessus du lit.

L'ouvrage terminé, on établit à son pied un fort enrochement, long de 1 mètre et retenu par des piquets, afin d'empêcher l'affouillement.

On donne parfois aux clayonnages de premier ordre un fruit de 5 à 10 pour 100, en les inclinant vers l'amont. Nous estimons, vu le peu de hauteur des ouvrages, qu'il est préférable de se rapprocher le plus possible de la verticale, afin de

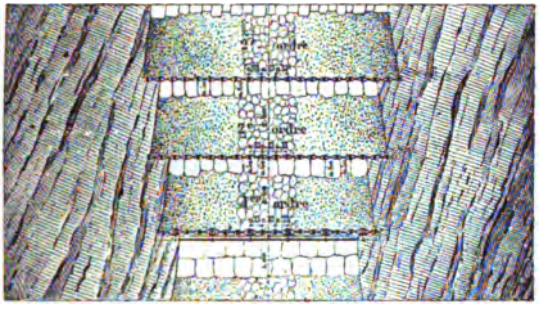


Fig. 43. — Plan d'une série de Clayonnages de 1er et 2e ordre.

ménager davantage le tressage, qui, avec un fruit, subirait le passage de toutes les eaux et des matériaux entraînés.

Construits au printemps, ces clayonnages sont amplement atterris à l'automne suivant.

C'est alors qu'on commence la construction des clayonnages de deuxième ordre, auxquels on donne généralement une hauteur de 50 à 60 centimètres.

Pour fixer leur emplacement on détermine, par un cordeau bien tendu, la ligne allant du couronnement d'un des clayonnages de premier ordre au couronnement de celui du même ordre placé immédiatement au-dessus, et l'endroit où le cordeau arrive à 50 centimètres de l'atterrissement du clayonnage

inférieur est choisi pour emplacement du premier clayonnage secondaire.

Les piquets de mélèze sont remplacés partout par des piquets de saule placés à 33 centimètres l'un de l'autre.

Ces piquets sont enfoncés de 1 mètre de profondeur dans des trous ouverts, à la pince, dans l'atterrissement.

Ceux plantés dans les berges sont fixés dans des trous faits à la barre à mine.

Ces clayonnages sont tous, du reste, construits exactement comme ceux de premier ordre, mais sans longrine.

Le premier clayonnage de deuxième ordre étant construit en amont de chaque clayonnage de premier ordre, on pave

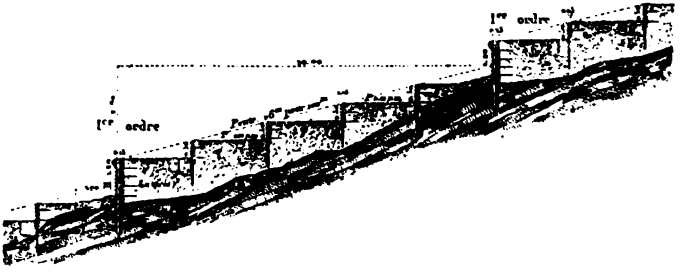


Fig. 44. — Profil en long entre deux Clayonnages de 1er ordre.

grossièrement sur une largeur variable, selon les ravins, tout l'espace compris entre ces deux ouvrages, et l'on plante la partie non pavée avec des boutures et des brins de feuillus, tels que frênes, ormes, érables, etc.

Cela fait, on attend que l'atterrissement se complète, ce qui arrive en quelques mois.

On construit alors un second petit clayonnage, dont l'emplacement est choisi comme pour le premier; l'on plante et l'on pave, comme auparavant, l'espace entre les deux petits, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'on soit arrivé au bout du palier.

On voit que, par ce procédé, le lit du ravin se trouve relevé

d'une façon uniforme et sur tout son parcours. En même temps, il se trouve pavé dans le milieu et planté sur les bords.

Il faut toujours laisser écouler un certain temps avant de construire un clayonnage sur l'atterrissement du précédent, afin que la terre de cet atterrissement ait eu le temps de se bien tasser.

On construit parfois des clayonnages de premier ordre à double parement. Dans ce cas, les deux parements déterminent une véritable forme de barrage, qu'on remplit de terre à mesure que les lignes de boutures sont posées et que le tressage avance (*de Gayffier,* Pl. 14).

Ce genre de clayonnage, employé parfois, nous paraît pouvoir être avantageusement remplacé par le premier type de clayonnage de premier ordre que nous avons décrit précédemment. Le second parement, en effet, n'avait été conçu que pour augmenter la force de résistance de l'ouvrage contre le premier choc d'une crue. Des expériences récentes ont démontré que les dispositions adoptées pour nos deux types leur procurent toute la solidité désirable. Il n'y a donc pas d'intérêt à construire ce second parement, qui coûte beaucoup plus cher que les quelques moises en usage aujourd'hui.

Les fascinages de premier ordre sont construits d'une façon analogue aux clayonnages, dont ils ne diffèrent que par une plus grande simplicité dans l'exécution (*de Gayffier,* Pl. 15).

A l'aval sont plantés des piquets de bois dur espacés de 1 mètre, d'axe en axe, et disposés dans les deux plans, l'horizontal et le vertical, de manière à présenter une légère courbe convexe vers l'amont ou vers le ciel; les piquets une fois plantés, on nivelle le fond du ravin sur lequel on étend un premier lit de boutures dans la direction de l'axe. On pose alors une première fascine de saule en travers du ravin sur l'extrémité de ces boutures et à l'amont des piquets; cette fascine doit être confectionnée de manière à présenter une longueur égale au développement de l'ouvrage à la hauteur où elle est placée, et une circonférence constante fixée géné-

ralement à 1 mètre; elle est serrée et bien maintenue par des harts en saule et reliée de même à chaque piquet; enfin on l'encastre à chaque extrémité dans les berges de manière à empêcher les eaux de tourner l'ouvrage.

On recouvre alors, à l'amont, les boutures par une couche de terre jusqu'à la hauteur de la fascine et l'on pose un nouveau lit de boutures et une seconde fascine qu'on remblaye de même et ainsi de suite.

Généralement le nombre des fascines est de trois, ce qui donne au fascinage une hauteur de 1 mètre qui se réduit à 80 centimètres par le tassement; mais on peut aller jusqu'à cinq, car à cause du tassement on ne dépasse pas $1^{m},50$ de hauteur.

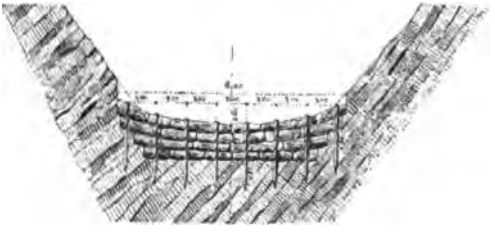


Fig. 45. — Fascinage de 1er ordre. — Élévation dégagée des Terres.

Ces fascinages sont moins compliqués que les clayonnages, mais ils ne peuvent être employés que pour des profils en travers peu considérables, de 6 à 8 mètres au maximum; on les dispose du reste comme des clayonnages de premier ordre quant au choix de leur emplacement.

Les fascinages de deuxième ordre sont employés de la même manière que les clayonnages de même ordre. On les construit à un ou deux rangs de fascines au plus. Les piquets sont toujours en saule et enfoncés tantôt en avant, tantôt au milieu même des fascines.

Ces piquets sont appelés à végéter comme les boutures et parfois quelques parties même des fascines; mais ce dernier cas est rare et il n'y faut pas trop compter.

Les fascinages de deuxième ordre sont également encastrés dans les berges; leurs intervalles sont plantés au fur et à me-

sure de leur exécution; généralement on n'exécute pas de pavé régulier, mais on rassemble à l'aval des fascinages toutes les pierres qu'on peut trouver à portée.

Les fascinages que nous venons d'énumérer sont destinés aux ravins d'une certaine importance, dans lesquels la correction réclame plusieurs années consécutives pour être terminée.

Mais on rencontre presque toujours d'autres ravins plus petits et très nombreux dans chacun desquels on peut opérer la correction en deux saisons au plus.

A cet effet, au printemps par exemple, on établit les fascinages de premier ordre en se servant de piquets de bois dur si le fond du ravin présente la roche nue, ou de simples piquets de saule s'il est garni de déjections; puis en automne on garnit leurs intervalles avec des fascinages de deuxième ordre.

Les petits ravins, étant très nombreux en général, exigent une quantité souvent très considérable de matériaux qu'on ne trouve pas toujours à portée convenable du lieu d'emploi. Afin de réaliser de ce chef une économie très sérieuse, on peut remplacer avantageusement, dans le corps des fascines, les branches de saule par d'autres branches provenant des arbres et des broussailles que l'on rencontrerait à portée des travaux. On forme ainsi des sortes de saucissons dont l'intérieur est composé de ces branches de toutes sortes et dont la cape extérieure est toujours formée de branches de saule, essence d'une durée bien plus longue que celle de toute autre.

Les profils de ces petits ravins étant très étroits, les fascines n'ont que de petites dimensions et il n'y a dès lors aucun inconvénient à ce qu'elles ne soient pas entièrement composées de saule. Dans ces petits ravins, en effet, les atterrissements des fascinages sont destinés à être entièrement garnis sur toute leur surface par des plantations de boutures et de feuillus, et l'on n'est pas obligé de conserver pour les eaux, comme dans les ravins plus grands, un libre passage formant, d'un fasci-

nage à l'autre, une sorte de canal d'écoulement, bordé sur chaque rive de plantations serrées et parfois même de petits clayonnages longitudinaux très bas; de sorte que, peu d'années après la confection des fascinages, les petits ravins sont absolument et entièrement étouffés par la végétation, qui s'empare plus rapidement du terrain, ce qui permet de ne pas demander aux ouvrages une durée aussi longue qu'à ceux établis dans les grands ravins.

A cause même des éléments qui les composent, et dont une partie est appelée à végéter, l'on ne doit entreprendre en général tous les travaux de fascinages et de clayonnages qu'au printemps et à l'automne. Cette dernière saison est bien préférable à l'autre pour les grands travaux, à cause de la précocité de la végétation des saules au printemps.

La construction des clayonnages sur les atterrissements des grands barrages réclame des soins spéciaux qu'il convient d'indiquer :

Pour bien fixer les idées, nous donnons pour exemple la section du Bourget, comprise entre les barrages n°s 2 et 4.

Entre ces deux ouvrages, le plan (*fig.* 31) indique le barrage n° 3 dont la construction a eu pour but de relever fortement le lit et de produire ainsi à son amont un élargissement de la section, beaucoup trop étroite auparavant; le lit se trouvait en effet très resserré entre des berges de terre en mouvement susceptibles d'être affouillées (*de Gayffier,* Pl. 18).

La ligne AB indique l'axe choisi pour le thalweg du futur ruisseau sur la pente de l'atterrissement.

Sur les lignes GFEDC, G'F'E'D'C', sont indiqués les clayonnages longitudinaux établis sur les atterrissements (*fig.* 31).

Les clayonnages transversaux sont placés à des distances variant de 5 mètres à 4 mètres, suivant leur position; ils ont tous 10 mètres de corde pour 50 centimètres de flèche; leur hauteur varie de 50 centimètres à 70 centimètres, selon leur place; la coupe en long (*fig.* 32) indique les variations de hauteur ainsi que la courbure donnée à l'arête des clayonnages

longitudinaux comme au profil en long, suivant l'axe du lit; cette courbure est plus relevée vers l'amont que vers l'aval afin de parer aux effets de la vitesse acquise sur un parcours relativement assez grand. Dans les paliers moins importants, comme celui qui se trouve entre les barrages n°s 3 et 4, on se contente d'une ligne droite.

Les clayonnages longitudinaux sont construits à un seul parement comme les transversaux; leur tête se trouve placée à 60 centimètres au-dessus de chaque extrémité de ces derniers, de sorte que la section maxima du débouché sur un clayonnage transversal est représentée par *abcd* (*fig.* 34), presque égale à celle du couronnement des barrages n°s 2 et 3.

On la laisse à dessein plus faible parce qu'aujourd'hui l'on n'a plus à redouter de grandes laves par suite des barrages construits à l'amont, et qu'il ne viendra plus que de l'eau, occupant nécessairement un moindre volume. Cette eau coulera donc nécessairement dans le grand chenal déterminé par le système des clayonnages.

Afin d'éviter une masse trop compacte au moment de déverser sur le couronnement, on a incliné à droite et à gauche les clayonnages longitudinaux de H à C et de H' à C', de telle façon que la tête des piquets près du parement amont du barrage vienne araser le couronnement (*fig.* 31); on obtient ainsi un épanouissement de la lame d'eau et par suite son amincissement; on opère de même à l'amont de chacun des barrages. Derrière ces clayonnages longitudinaux, élevés ainsi à 60 centimètres au-dessus de l'atterrissement, on a taluté les berges vives du torrent; les terres s'appuient sur la face extérieure et forment de la sorte, au nouveau lit du ruisseau, des berges en pente douce qu'on a plantées en saules et en grand feuillus.

Les lignes de saules et autres essences sont indiquées sur la figure 31 par des lignes pointillées et disposées à 45 degrés par rapport à la direction de l'axe, de telle façon que si, par impossible, il survenait une crue dépassant la hauteur des dé-

fenses de rives, les eaux soient constamment rejetées vers le thalweg, ce qui sera d'autant plus facile que le profil en travers des nouvelles berges est en pente, douce d'abord, puis de plus en plus prononcée, jusqu'à atteindre la pente naturelle des terres.

Les traits noirs figurés sur le couronnement du barrage n° 2 (*fig.* 33) représentent les divisons de l'échelle limnimétrique destinée à mesurer la hauteur des crues; la graduation est faite de 20 en 20 centimètres; les traits représentent l'intersection de la courbe du couronnement par des plans horizontaux passant par ces graduations; cette courbe, ayant 2 mètres de flèche, renferme donc dix intervalles.

De la guérite-observatoire construite au-dessus de l'aile droite du barrage n° 2, on peut dès lors observer et coter facilement tous les mouvements d'une grande crue sur le vaste déversoir que présente le couronnement.

La figure 32 représente le profil en long, suivant l'axe du plan de la section du torrent.

Les lignes KL et MN indiquent le profil de l'ancien lit et le reste du dessin présente la coupe des ouvrages transversaux, ainsi que l'élévation des clayonnages longitudinaux.

La figure 30 donne le plan des lieux *avant* le commencement des travaux.

La figure 31 fournit le plan des lieux *après* l'exécution des travaux, y compris le talutage des berges.

La figure 33 donne la coupe en long des clayonnages longitudinaux, le long desquels règne un enrochement continu; la figure 38 les montre en élévation.

La figure 34 indique l'élévation, dégagée des terres, d'un clayonnage transversal et la coupe des clayonnages longitudinaux. Le milieu de la courbe, sur une longueur de 4 mètres, est plus garni de piquets de mélèze que les ailes, à cause de la perpétuité du courant des eaux ordinaires, tandis que sur les côtés les piquets de saule pourront donner de la végétation appelée à se maintenir, au cas plus que probable où la section

adoptée pour le chenal viendrait à être trop grande, ce qui se produira de plus en plus à mesure que l'extinction du torrent sera plus complète et que la forêt créée dans le bassin de réception exercera de son côté une influence toujours croissante.

Travaux complémentaires. — Outre la construction de tous les ouvrages que nous avons passés en revue, il y a d'autres travaux que l'on est souvent obligé d'exécuter dans les torrents, soit en vue de mettre le sol en état de recevoir le reboisement, soit en vue d'aider à la régularisation du cours des eaux et à la fixation définitive des berges en mouvement.

On ne peut évidemment laisser les berges dans l'état abrupt où elles présentent parfois des pentes ou des irrégularités telles que l'on ne pourrait songer à y entreprendre d'emblée des travaux de reboisement.

Pour modifier un pareil état, on est donc obligé de les taluter sur les points dont il s'agit, afin de leur donner un profil en travers convenable qui permette à la végétation de s'y maintenir, et l'on fait, en conséquence, tomber dans le fond du lit les principales saillies du sol, de manière à enlever de sa surface tout ce qui pourrait risquer plus tard soit de s'écrouler, soit d'être entraîné.

On applique les déblais ainsi obtenus à l'amélioration du lit; les pierres sont employées pour les enrochements et le pavage grossier du milieu du lit; les terres sont répandues en arrière des clayonnages longitudinaux et le surplus est entraîné par les eaux dans les atterrissements des barrages.

Ces opérations viennent naturellement à la suite immédiate de la construction des divers ouvrages.

Dans les torrents comme dans les petits ravins, on doit éviter avec le plus grand soin de laisser subsister au milieu du lit les grosses pierres qui y font saillie et peuvent, à un moment donné, détourner le cours des eaux et les rejeter contre les berges.

On utilise les pierres, d'abord pour les enrochements, puis pour le pavage du nouveau lit sur les atterrissements; s'il en reste en surplus, on les rejette de chaque côté du lit au pied des berges.

On rencontre parfois dans les berges, ou sur les versants qui les dominent, des affaissements de terrains qu'on ne sau-

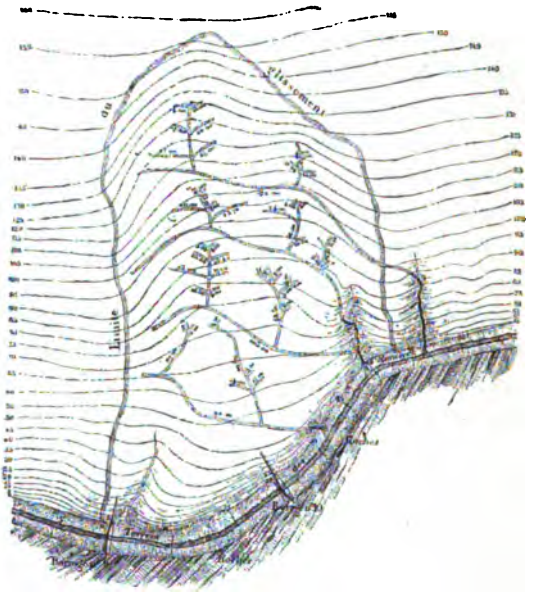


Fig. 46. — Drainage des Sanières. — Équidistance des Courbes : 5 mètres.

rait attribuer à l'affouillement du sol par les torrents ou les ravins. Ces mouvements ne sont dus qu'à l'effet des eaux provenant, soit de la fonte des neiges, soit de sources locales qui, à un moment donné, saturent des terrains perméables reposant sur un plan formé par des terrains ou des rochers imperméables présentant une inclinaison très prononcée. Le sol, qui, sans cet excès d'eau, présentait toutes les apparences de la solidité, perd subitement sa cohésion; les parties les

plus saturées s'écoulent comme ferait du mortier sur un plan incliné; la surface se boursoufle dans le sens du profil en long, surtout vers le bas, et s'épanouit dans son profil en travers; le glissement commence et se répercute à son amont où les masses terreuses, perdant leur point d'appui, s'écartent et s'affaissent jusqu'à ce qu'elles aient rencontré une stabilité relative.

Le seul remède à une pareille situation consiste à donner aux eaux un écoulement plus facile et plus régulier, au moyen de grands drainages. A cet effet, on ouvre une série de fossés

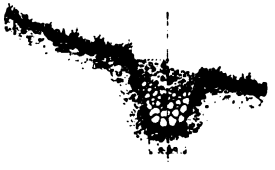


Fig. 47. — Coupe d'un Drain de 1er ordre.

Devis du mètre courant :

Déblais. . . .	1mcc120 à 1fr00	— 1fr12
Pierrailles de remplissage.	1mcc040 à 2fr50	— 2fr60
Pavage du fond	0 080 à 6 00	— 0 48
		4 20

Fig. 48. — Coupe d'un Drain de 2e ordre.

Devis du mètre courant :

Déblais. . . .	0mcc409 à 1fr00	— 0fr40
Pierrailles de remplissage.	0mcc360 à 2fr50	— 0fr90
Pavage du fond	0 040 à 6 00	— 0 42
		1 54

disposés en forme de drains, aboutissant par groupes à une artère principale; ces fossés sont creusés aussi profonds qu'il convient; on dame leur fond et on le revêt d'un pavage, aussi régulier que possible, que l'on recouvre en remplissant le fond avec de grosses pierres, en disposant ensuite, au-dessus d'elles, des cailloux et enfin du gravier et de la terre; l'artère principale est préparée de la même façon, car il faut éviter, avant tout, de provoquer le moindre ravinement ou éboulement sur de pareils terrains.

Ces travaux exigent une étude très attentive du terrain et se modifient suivant les circonstances locales.

La figure 46 donne un exemple d'un travail de ce genre

exécuté avec plein succès dans une berge en mouvement.

Les glissements de ce genre, qui sont de véritables effondrements, se manifestent surtout à la suite de la fonte subite des neiges, dans les années où elles ont été abondantes ; ils se produisent parfois au milieu du terrain du plus bel aspect, tels que des prairies de montagne non irriguées, et donnent tout d'un coup naissance à de véritables *combes* des plus difficiles à corriger et à éteindre [1].

1. — Voir la note B, page 414.

CHAPITRE VI

TORRENTS A CLAPPES ET TORRENTS GLACIAIRES

But des travaux. — Barrages de retenue. — Emplacement des barrages de retenue. — Exhaussement des barrages. — Murs en travers contre les avalanches et les coulées de pierres. — Places de dépôts. — Exécution des travaux. — Barrages exhaussés. — Barrages en gradins. — Emplacement des nouveaux gradins. — Hauteur des gradins. — Profil des barrages de retenue avec cuvette et contre-mur. — Murs en travers contre les avalanches et les chutes des pierres. — Places de dépôts.

But des Travaux. — Nous avons défini les torrents glaciaires et ceux à clappes dans la fin du chapitre Ier. La différence caractéristique qui les sépare des torrents à affouillements consiste en ce que dans ces derniers on peut arriver à supprimer non seulement le transport des matériaux, mais même leur production, tandis que dans les premiers, surtout les glaciaires, on ne peut songer à tarir complètement la source de production des matériaux, que l'on se trouve obligé dès lors de retenir, soit dans le sein, soit dans le bas de la montagne.

Il est évident que ces torrents peuvent présenter, dans les parties inférieure et moyenne de leur cours, la plus complète analogie avec ceux à affouillement et nécessiter dès lors des travaux identiques en vue de la régularisation du lit, de la consolidation et de la fixation des berges. Tous ces travaux, une fois terminés jusqu'au point le plus élevé possible, auront bien substitué à l'ancien lit affouillable un nouveau lit, solide

et ferme, mais non mis à l'abri de tout charriage de matériaux, car le glacier ou le délitement des roches supérieures continuera à fournir des matériaux en dehors de l'action du torrent.

Ici donc la consolidation et la régularisation du lit ne sont plus les seuls moyens d'obtenir la suppression du charriage des matériaux; il faut de plus arrêter et retenir les matériaux venant du plus haut point où les travaux des hommes seraient d'un effet plus que douteux.

D'où il résulte que, tout en combattant l'affouillement latéral et longitudinal dans les sections qui viendraient à réclamer ce genre de travail, il devient indispensable d'entreprendre la construction d'ouvrages destinés à retenir et à conserver autant que possible dans le sein de la montagne les matériaux fournis au torrent en dehors de sa propre action.

Ces ouvrages consistent, dans le cours du torrent, en barrages dits *de retenue*, et dans la vallée sur son cône, en *places de dépôts* (*de Gayffier*, Pl. 27 à 29).

Il ne s'agit plus ici d'établir un système de barrages de hauteurs généralement faibles, appelés à poser par leur couronnement les jalons d'un canal régulier, à ressauts destinés à briser la vitesse d'écoulement et à pentes assez douces pour empêcher l'érosion; il faut au contraire des ouvrages disposés de telle façon qu'ils puissent retenir, à leur amont et par rapport à la hauteur dont ils sont susceptibles, la plus grande quantité possible de matériaux.

Les matériaux fournis par les glaciers sont de deux sortes : d'une part, les boues glaciaires produites par les détritus des roches, striées et broyées pendant le mouvement du glacier, mélangées avec l'eau qui en découle; d'autre part, les débris des roches supérieures qui, par l'effet des influences atmosphériques, se détachent de la montagne, tombent sur le glacier et finissent par constituer sa moraine frontale et ses moraines latérales.

Que le glacier, dans ses mouvements, vienne à reculer, son

ancienne moraine frontale et l'extrémité inférieure de ses moraines latérales se trouvent en butte à l'affouillement des eaux. Mais les matériaux, disposés en forme de digues transversales et longitudinales, résistent longtemps à l'entraînement et ne s'en vont que peu à peu.

En général, du reste, les glaciers sont moins à redouter au point de vue des crues exceptionnelles que les neiges non perpétuelles qui fondent en été[1]; on peut même dire qu'ils régularisent en quelque sorte le débit des eaux.

Les neiges produisent au printemps de nombreuses avalanches qui donnent naissance à des cônes de déjection composés de matériaux meubles dont les plus légers demeurent au sommet et les plus lourds occupent la base; leurs pentes sont fortes dans le sens du profil en long, mais souvent assez aplaties dans le profil en travers pour former d'immenses clappes au-dessus desquelles émergent les rochers à pic.

Ces avalanches, qui prennent naissance dans des endroits spéciaux, à pentes redressées violemment vers l'amont et formant une sorte de bassin où les neiges ont pu s'agglomérer, se précipitent périodiquement par les mêmes passages et tendent ainsi à augmenter la masse des matériaux du cône qu'elles laissent à découvert après leur fonte.

Dans les années ordinaires, la neige disparaît peu à peu et n'occasionne aucun mouvement notable dans ces matériaux;

1. — Lorsque la chaleur est grande ou que les pluies chaudes sont abondantes, on constate que les torrents augmentent de volume, mais cependant leur débit ne correspond pas à la fonte apparente ou au volume d'eau tombée du ciel. La nuit, lorsque le temps est clair, au-dessus de 2,000 mètres, toutes les eaux qui sillonnent la surface des glaciers, sous forme de petits ruisseaux, se regèlent, et au murmure de ces rigoles succède le silence le plus absolu; les torrents qui sortent des glaciers ne continuent pas moins à débiter une quantité d'eau à peu près équivalente à celle qu'ils débitent le soir d'une belle journée de chaleur. Le glacier remplit donc l'office d'une éponge qui, au besoin, retient l'excès d'eau jusqu'à une certaine limite, ou en fournit sur sa réserve; l'hiver, les torrents cessent presque complètement de couler ou diminuent sensiblement. (Viollet-le-Duc, *Le Mont Blanc*, p. 140.)

mais, après les hivers de grandes neiges qui donnent lieu à des avalanches puissantes, la masse de neige, entassée à la base des cônes, devient très considérable, dure plus longtemps et se maintient souvent jusqu'aux chaleurs estivales qui, combinées avec une pluie d'orage, en opèrent rapidement la brusque fusion à la suite de laquelle des matériaux nombreux sont entraînés dans le lit du torrent.

Les points où doivent être élevés les barrages de retenue ne sont plus indiqués par les mêmes considérations qui ont servi de guide dans l'établissement des barrages de consolidation que nous avons décrits dans les développements du chapitre IV.

Un barrage de retenue doit, avant tout, provoquer à son amont un bassin de la plus grande capacité possible. La dimension de ce bassin sera déterminée par la hauteur du barrage, la largeur de la gorge au-dessus de l'ouvrage et enfin par la pente-limite ou de compensation répondant à la nature et aux dimensions des matériaux à retenir.

D'où il résulte tout d'abord que le barrage ne devra pas être placé à l'aval d'une pente trop forte, mais au contraire sur une pente aussi faible que possible.

Ces emplacements se rencontrent le plus souvent à l'amont des cascades que présentent généralement les torrents, surtout dans les régions élevées.

Ils sont des plus avantageux en outre pour les motifs ci-après :

1° C'est là, plus que partout ailleurs, qu'on a la chance de rencontrer, soit au fond, soit sur les berges, un roc solide qui permettra de donner à l'ouvrage une assiette inébranlable ;

2° C'est à l'amont de ces cascades que la gorge se rélargit presque toujours ;

3° Le profil en travers à l'emplacement du barrage étant étroit diminue la dépense et facilite l'exhaussement ultérieur du barrage, considération des plus importantes, car l'efficacité d'un pareil ouvrage est en raison directe de sa hauteur,

même abstraction faite de la largeur croissante de la gorge à son amont.

Il est évident que si le torrent présente des sections sujettes à l'affouillement, qu'il faut traiter par un système de barrages de consolidation, ce n'est qu'à l'amont de la plus haute de ces sections que devra commencer la série des barrages de retenue, qui seront dès lors aussi rapprochés que possible de la source de production des matériaux.

Dans cette hypothèse, le torrent se composera donc de deux parties : l'une, l'inférieure, qui sera traitée par des barrages de consolidation en vue de garantir son lit et ses berges contre tout affouillement; l'autre, la supérieure, qui renfermera les barrages de retenue appelés à empêcher les matériaux provenant de causes étrangères au torrent lui-même de descendre dans le nouveau canal d'écoulement et à les conserver dans le sein même de la montagne.

Le rôle d'un barrage de retenue cesse évidemment du moment où son atterrissement a pris une pente égale à celle de compensation, à partir de laquelle les matériaux venant d'en haut passeront sur son couronnement. Force sera donc d'en construire successivement d'autres en remontant vers l'amont, ou d'exhausser le premier autant que possible, sauf à en construire d'autres beaucoup plus tard sur des points dès lors plus reculés vers l'amont.

Il n'y a pas d'inconvénients sérieux à donner à ces barrages une hauteur plus grande que celle des barrages de consolidation. Ici, en effet, on est certain d'établir l'ouvrage sur la roche et presque toujours sur la roche très dure : les conditions de stabilité sont donc beaucoup plus complètes; de plus, la situation même des ouvrages, placés dans les régions supérieures du torrent, fait que la masse des eaux est beaucoup moindre que vers le bas; enfin ils n'ont à supporter l'effort d'aucune véritable lave.

L'exhaussement d'un barrage de retenue peut s'opérer de deux façons : soit par la superposition, sur le barrage lui-

même, d'une nouvelle assise formant son prolongement; soit par l'établissement d'une série de barrages disposés en gradins d'une largeur sensiblement égale à leur hauteur et construits au fur et à mesure de la formation des atterrissements.

Il est évident qu'au point de vue de la quantité des matériaux retenus au moyen d'une égale hauteur cumulée de murs, il y a tout avantage à exhausser un barrage donné, plutôt que d'établir à son amont une série de petits barrages égaux en hauteur à chacun des exhaussements successifs. La dépense en effet est sensiblement la même, mais le cube de la retenue est bien supérieur dans le premier cas que dans le

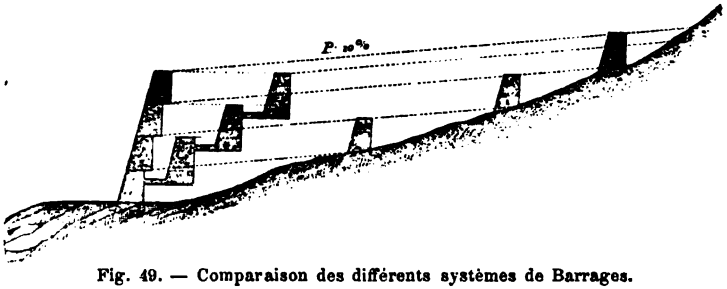


Fig. 49. — Comparaison des différents systèmes de Barrages.

second. Par les mêmes motifs, l'exhaussement en gradins, s'il n'offrait pas d'ailleurs certains avantages, devrait toujours faire place à l'exhaussement du barrage, suivant le prolongement de son parement d'aval.

La figure 49 fait ressortir ces différences d'une façon assez claire pour dispenser d'entrer à ce sujet dans de plus grands développements.

Ces barrages de retenue ne sont pas les seuls ouvrages que l'on ait à établir dans ces hautes régions où il faut chercher soit à diminuer, soit même à supprimer les avalanches.

A cet effet [1], « à l'extrémité du lit d'avalanches, au-dessus de l'exutoire placé en amont du cône de déjection, on peut,

1. — Viollet-le-Duc, *Le Mont Blanc*, p. 251.

à l'aide des pierres abondantes sur ces lits, former une série de barrages perpendiculaires aux directions des pentes. Ces bourrelets de roches et pierrailles (*fig.* 50, voir en A), n'ayant qu'un assez faible relief, arrêtent les neiges, les empêchent de glisser en nappes et les obligent à fondre sur place ou à se déverser pour couler. Ces barrages bien connus et auxquels les montagnards de la Savoie donnent le nom de *tournes* ne sont établis par eux que dans les vallées, au point de chute extrême des avalanches, pour protéger leurs habitations. Cependant c'est non à la limite du parcours des avalanches qu'il les faudrait élever, mais là où les avalanches s'accumulent pour descendre en masses formidables dans les couloirs.

Fig. 50.
Couloir d'Avalanche.

Les neiges ne se précipitent dans ces couloirs que parce qu'elles trouvent au-dessus le lit moutonné, poli, d'un ancien glacier, lit dépourvu d'aspérités. Il suffit généralement de quelques obstacles pour les arrêter dans leur course, au moment où elles commencent à se mettre en mouvement.

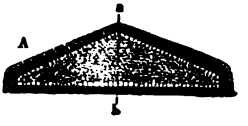


Fig. 51. — Plan d'une tourne.

Coupe suivant a b.

« Ces tournes (*fig.* 51), présentées en projection horizontale A et en coupe B sur *ab*, peuvent n'avoir dans la plupart des cas que 2 à 3 mètres de hauteur à l'éperon au-dessus du profil de la pente, et l'on doit tenir leur surface supérieure plus ou moins déclive en raison de cette pente.

« Elles ne sauraient arrêter une avalanche au milieu de sa

course, mais elles résistent à son glissement initial bien mieux encore qu'à l'effort terminal à fin de course, lequel ne peut jamais être connu exactement.

« Toutefois, les points où elles doivent être établies, dans les larges entonnoirs qui surmontent les cônes de déjection, demandent à être marqués par un bon observateur. Leur conservation et leur effet préventif dépendent du choix de ces points.»

Dans les grandes clappes, en dehors même du parcours des avalanches, on emploie avec avantage des murs en travers construits avec un fruit extérieur très prononcé et retenant à leur amont les débris des roches supérieures; ces murs se construisent par gradins en partant de l'aval et en remontant successivement vers l'amont (*de Gayffier,* Pl. 39).

Malgré l'effet des barrages de retenue dans les régions supérieures et des barrages de consolidation dans les parties plus basses d'un torrent, il pourra parfois arriver que des matériaux de petites dimensions et des boues descendent dans la vallée jusque sur le cône de déjection. Si les circonstances locales, telles que l'endiguement de la rivière, exigent que les matériaux ne puissent pénétrer dans le lit de cette dernière, on se trouvera dans la nécessité de les retenir dans la vallée même, aux abords des cônes.

Pour atteindre ce résultat, on aura recours à la construction d'une place de dépôt, système qui a produit d'excellents effets dans le canton de Glaris (Suisse), où il a été inauguré à la suite de la correction de la Linth.

Ces places de dépôts consistent en un emplacement, choisi dans des conditions convenables et entouré de digues, dans lequel le trop-plein de matériaux vient se déposer pour ne laisser sortir, par un exutoire grillagé, que l'eau seule. Une disposition spéciale permet de combattre la tendance des déjections à se former en cône et les répand en couches aplaties sur la surface plane de dépôt, dont les digues sont exhaussées en cas de besoin.

Une fois cette place remplie jusqu'à la hauteur maxima

qu'on peut donner à ces digues, on en établit une nouvelle et on reboise l'ancienne dans le but de fixer définitivement le sol, sauf à le rendre dans l'avenir à l'agriculture une fois que ses conditions de stabilité auront été reconnues suffisantes.

Exécution des Travaux. — Les barrages de retenue, par suite de leur situation, ne peuvent généralement être construits qu'en pierre sèche.

Appelés à agir comme murs de soutènement contre la pous-

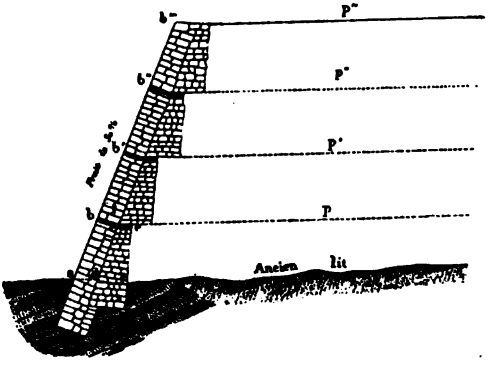


Fig. 52. — Coupe d'un Barrage exhaussé.
(*de Gayffier*, Pl. 27 et 28.)

sée des matériaux amenés et accumulés à leur amont, ils doivent présenter les conditions de solidité les plus complètes. Aussi les construit-on sur le même type que les barrages de consolidation, en voûte horizontale. Comme généralement on ne travaille pas avec des pierres de taille, mais avec des blocs presque bruts, on donne à la courbe de voûte un rayon plus court afin de procurer au calage des pierres, par un arc plus cintré, une plus grande résistance; quant aux parements, on élève celui d'amont verticalement; l'on donne à celui d'aval un fruit de 25 à 30 pour 100 et l'on bâtit par assises perpendiculaires à ce fruit. On n'a plus ici, en effet, à redouter le

passage des *laves* comme dans les barrages de consolidation; l'eau, à peu près seule, franchira le couronnement, et enfin l'atterrissement ne sera formé que de matériaux rocheux et de pierrailles.

Le barrage étant construit d'abord sur une hauteur de 4 mètres, par exemple, en dessus du lit, il arrive un moment où la nécessité de l'exhausser se fait sentir par la pente prise par l'atterrissement et qui devient telle que les matériaux ne tarderont pas à ne plus pouvoir s'y arrêter. On procède alors à l'exhaussement du barrage tel que le représente en *bb'* la figure 52.

Derrière la maçonnerie de blocs *a*, *b*, *c*, *d*, de 2 mètres d'épaisseur, on a eu soin d'élever une maçonnerie *c*, *d*, *e*, *f*, aussi épaisse en *ce*, mais à parement *ef* vertical et construite avec des pierres sèches de dimensions ordinaires. Cette couche de maçonnerie reçoit directement la pression des matériaux charriés et la transmet divisée à l'anneau maçonné en gros blocs, ce qui tend à lui enlever tout effet nuisible.

Elle sert en outre à procurer de bonnes fondations à l'exhaussement *bb'*.

Lorsqu'après un certain nombre d'années, celui-ci est rempli et que l'atterrissement va prendre la pente *p'*, on procède à un nouvel exhaussement en *b'b''* et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on ait atteint la hauteur maxima que l'on s'est imposée.

Nous avons vu dans le Rüffiruns, commune de Mollis, canton de Glaris (Suisse), des barrages de ce genre qui, à la suite d'exhaussements successifs, avaient atteint une hauteur de 70 pieds, soit de 21 mètres. Les blocs du parement d'aval avaient tous des dimensions en longueur, largeur et hauteur, dont les moindres variaient de 1 mètre à $1^{m},50$.

Ces barrages, construits depuis plus de trente ans, présentent l'aspect de la solidité la plus désirable.

Le système des barrages en gradins proposé par M. l'ingénieur Breton [1] trouve ici son application.

1. — *Mémoire sur les barrages de retenue de graviers.* (Paris, 1867.) *Étude*

La figure 53 fait voir immédiatement la disposition des barrages échelonnés, dont nous empruntons la description à l'*Étude sur le système général de défenses contre les torrents,* publiée en 1875 par l'Imprimerie nationale :

« Dans le choix de l'emplacement du premier gradin, ou du premier barrage, on a dû chercher à donner le plus grand volume possible au magasin de gravier à retenir, afin d'allonger autant que possible la durée de l'efficacité complète : le même motif exige que le second gradin soit placé le plus près possible en amont du premier. Entre ces deux gradins, il convient de laisser un petit intervalle, où la nouvelle chute

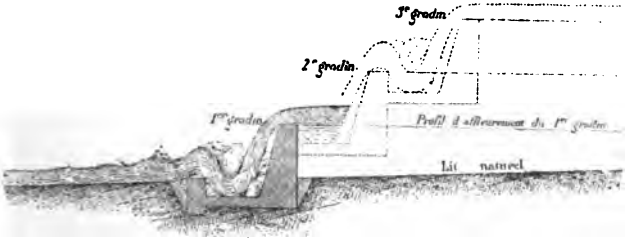


Fig. 53. — Profil d'une suite de Barrages en Gradins.

pourra creuser un affouillement assez profond pour que la force vive de la chute s'y amortisse sur place dans les tourbillons; mais il est bon que cet intervalle ne dépasse pas en longueur ce qu'exige le développement de ces tourbillons, afin que la crête du premier barrage fonctionne comme le bord d'une cuvette qui limite l'approfondissement.

« Après que le deuxième gradin aura achevé le service qu'il peut rendre en retenant complètement les déjections, c'est-à-dire quand les déjections qu'il retient affleureront sa crête, on en établira un troisième, et ainsi de suite à mesure des besoins.

« La hauteur de chacun des gradins doit être réglée de ma-

sur le système général de défenses contre les torrents. (Imprimerie Nationale, 1875.)

nière que l'étang formé en amont du barrage ait une longueur suffisante pour qu'on soit sûr que le torrent ne pourra jamais pousser en une seule crue un banc de gravier jusqu'à la crête du barrage, de manière que les déjections la franchissent tout de suite, sans avoir rempli un grand réservoir de gravier sur lequel on avait compté.

« Lorsque les circonstances locales motivent l'emploi de la maçonnerie à chaux hydraulique ou mortier [1], on peut adopter un profil analogue à ceux des murs de soutènement, avec un fort talus ou de larges retraites en aval et le parement d'amont vertical. Il convient alors de recevoir la chute de l'eau sur un radier épais, formant le fond d'une cuvette en contre-bas du lit naturel du gravier; l'autre bord de la cuvette doit être formé d'un contre-mur élevé jusqu'à fleur du lit naturel de gravier; et, en prévision de l'approfondissement du lit, qui se produira dès que les graviers entraînés en aval ne seront plus remplacés par les déjections retenues derrière le barrage, il est indispensable de fonder le contre-mur le plus bas que l'on peut. Autrement on serait trop tôt forcé de reprendre à grands frais le contre-mur en sous-œuvre.

« La largeur de la cuvette, depuis le pied du parement d'aval du barrage jusqu'au contre-mur, doit être suffisante pour que les hautes eaux, tombant en déversoir par-dessus le barrage, atteignent le fond de la cuvette assez loin avant le contre-mur; car il faut que cette grosse veine fluide ait l'espace suffisant pour se relever derrière le contre-mur, pour s'épanouir plus haut en laissant sur elle un tourbillon cylindrique qui tournoie sur place, et pour, de là, prendre son cours en aval après avoir perdu le plus possible de son agitation.

« Quand le gravier retenu affleure le premier gradin, il faut creuser derrière son couronnement une cuvette aussi profonde et aussi large que la première, également revêtue d'un fort

1. — Nous avons indiqué plus haut que dans le cas spécial des barrages de retenue le même profil peut être adopté pour la maçonnerie en pierre sèche.

radier et liée d'un bord au parement de derrière du premier barrage et de l'autre au pied du mur de terrasse formant le second gradin. Ainsi, pour ce second gradin, le haut du premier mur fait fonction de contre-mur. »

Le système des gradins coûte évidemment plus cher que celui des barrages exhaussés, puisqu'on a en plus les fondations de chacun des gradins et les radiers, mais il présente l'avantage précieux de rompre la vitesse des eaux, d'éviter une hauteur de chute toujours très dangereuse et de faire courir beaucoup moins de risques en cas de rupture ou de dégradation d'un des gradins.

Dans des cas exceptionnels où il faudrait absolument obtenir un relèvement énergique du lit, on pourrait même l'employer pour les barrages de consolidation dans les régions inférieures du torrent, mais à la condition que les atterrissements ne soient formés que de blocs et de pierrailles, à l'exclusion des matières terreuses et des boues, ce qui est bien plus rare à rencontrer qu'aux grandes altitudes où les débris de la roche supérieure dominent presque exclusivement.

Les murs en travers sont construits en pierre sèche.

Dans les clappes, ces murs peuvent être construits sur des longueurs plus grandes et occuper la place d'une courbe horizontale.

Le couronnement de ces murs doit être bâti avec les plus grosses pierres, bien assemblées entre elles, de manière à présenter une grande résistance par leur masse.

Les figures 54 et 55 donnent le plan et la coupe d'une place de dépôt, disposée sur un cône de déjection indiqué par des lignes pointillées; en *a* se trouve le dernier barrage de consolidation, à l'aval duquel est construit un perré *f* destiné à diriger les eaux vers la place D qui est entourée de digues *d*, formées d'une levée en matériaux de terre et pierraille pris sur le cône même, avec revêtement intérieur en maçonnerie de pierre sèche; en *bc* est construite une digue transversale de même hauteur que les digues *d*, destinée à com-

battre la tendance des dépôts, à former une surface conique et à les répandre sur la surface de la place D; en *g* se trouve

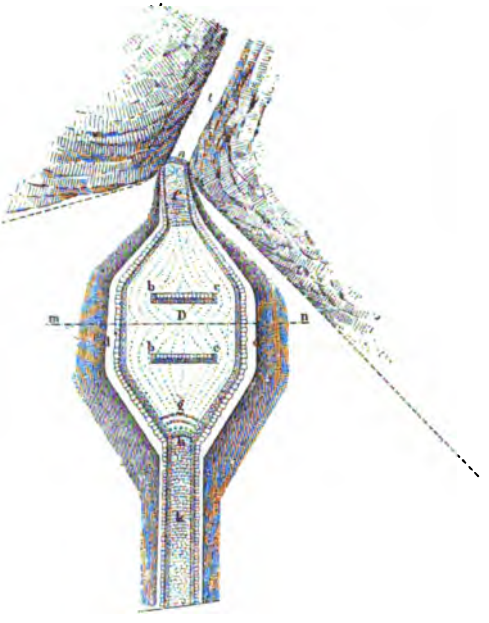


Fig. 54. — Place de Dépôt.

un triple grillage en forts pieux, chargé de retenir les matériaux un peu gros; en *h* est un pertuis, muni d'une vanne, par lequel les eaux décantées s'écoulent et se dirigent vers la rivière en suivant le canal K.

Fig. 55. — Coupe suivant *m n* d'une Place de Dépôt.

Les emplacements de la place de dépôt D peuvent occuper successivement la surface entière du cône de déjection et permettre ainsi d'y conserver le trop-plein des matériaux que n'auraient pu arrêter les travaux exécutés à l'amont.

LIVRE QUATRIÈME

TRAVAUX DE REBOISEMENT ET DE GAZONNEMENT

CHAPITRE VII

DU REBOISEMENT EN GÉNÉRAL

Avant d'entrer dans l'examen détaillé des diverses questions que soulève l'exécution des travaux de reboisement sur des montagnes dénudées, il est indispensable de bien préciser le but qu'on se propose en entreprenant une semblable opération.

Ce but est la création d'une végétation ligneuse qui réponde aux conditions suivantes :

1° Posséder des racines assez puissantes pour enserrer le sol dans leurs innombrables réseaux, le rendre au besoin plus perméable et le protéger contre l'entraînement;

2° Présenter un couvert assez complet pour abriter sa surface contre les influences météorologiques;

3° Fournir un humus de plus en plus abondant, appelé d'une part à fertiliser le sol et à augmenter ainsi la puissance de la végétation, et d'autre part à favoriser le ralentissement et la régularisation du débit des eaux pluviales ou des neiges fondant à sa surface;

4° Maintenir, sans interruptions momentanées et perpétuel-

lement, ces salutaires effets et les développer avec l'aide du temps.

La futaie seule est capable de satisfaire sans restrictions à l'ensemble de ces conditions ; c'est donc sa création et son développement qui doivent être le but final du reboisement.

Il est évident que, dans les conditions où se présentent le plus souvent les terrains destinés au reboisement, on ne peut songer à obtenir indifféremment partout et d'emblée la création d'un peuplement appelé à former la futaie désirée, et que sur bien des points il faudra se contenter d'abord de produire une végétation quelconque et attendre de longues années pour que les conditions du sol se soient suffisamment modifiées. Mais il demeure constant que partout où l'on pourra, dès le début, préparer des massifs susceptibles d'être élevés en futaies, on devra rejeter toute pensée de création de taillis, auxquels certains auteurs ont donné sur la futaie une préférence que rien ne peut justifier sérieusement.

Le taillis, en effet, ne se régénérant que par souches, est loin de présenter les garanties de perpétuité que possède la futaie qui se régénère par semis.

Le taillis s'exploite par surfaces assez grandes qu'il laisse à découvert en tout ou en partie, selon qu'il est simple ou composé, tandis que la futaie, quand il s'agit de forêts de protection, ne s'exploite que par un furetage ou jardinage n'interrompant jamais le massif d'une façon appréciable.

La futaie, surtout dans les pays de lumière comme les montagnes du Midi, comporte le plus souvent deux étages de végétation : le plus haut, composé de grands arbres formant le massif, et le second, d'une basse végétation forestière qui forme un complément précieux à la couverture du sol fournie par les grands arbres.

Enfin le taillis ne dépasse guère une altitude de 1,200 à 1,500 mètres au-dessus de laquelle on est bien obligé d'avoir recours à la futaie, puisque les résineux seuls peuvent y former des massifs.

Le but des travaux de reboisement étant bien précisé comme consistant à créer des futaies soit directement, soit à l'aide d'une végétation transitoire, nous allons examiner les diverses questions que soulève sa poursuite et qui se résument en deux principales, savoir :

D'une part, le choix des essences que l'on doit adopter, selon les cas, comme définitives et comme transitoires, si besoin en est;

D'autre part, la nature des mesures préparatoires et des travaux que leur emploi nécessite et le mode d'exécution qui paraît préférable, selon les cas.

CHAPITRE VIII

DU CHOIX DES ESSENCES

Du climat. — Climat général. — Échelle de la végétation forestière. — Climat local. — Situation. — Exposition. — Vents dominants. — Montagnes environnantes. — Humidité de l'atmosphère. — Répartition des pluies. — Intensité de la lumière. — Du sol. — Nature minéralogique. — État physique. — État de la superficie. — Répartition des essences forestières dans les différentes régions climatériques. — Généralités. — Essences dominantes dans les massifs forestiers de chaque région. — Essences secondaires. — Peuplements mélangés. — Description des essences forestières propres au reboisement. — *Climat chaud :* Arbres de massif. — Essences secondaires. — Essences exotiques. — *Région moyenne ou tempérée :* Essences de massif. — *Région froide ou alpestre :* Essences de massif. — Essences secondaires. — *Région alpine ou très froide.*

Le choix des essences qu'on doit adopter dépend d'une série d'observations multiples ayant pour résultat la détermination des conditions de climat et de sol où se trouve le terrain à reboiser.

Cette étude préalable doit être considérée comme la base essentielle de toute entreprise de reboisement et l'inobservation des enseignements qu'elle implique amènerait fatalement d'amères déceptions.

Aussi croyons-nous devoir entrer à ce sujet dans certains développements.

Du Climat. — Le climat peut être considéré sous les deux points de vue : *général* et *local.*

Le climat *général* est déterminé le plus souvent par la latitude, bien que dans de nombreux cas la longitude vienne apporter des modifications importantes suivant la plus ou moins grande proximité de la mer et l'orientation des côtes.

On sait en effet que dans les continents les côtes occidentales jouissent, à latitude égale, d'une température moyenne plus élevée que les côtes orientales; de là, pour la France, un climat général assez doux dans une zone longeant les côtes de l'Océan et subissant l'influence des courants chauds.

Abstraction faite de cette influence du voisinage de la mer, il est constant que, d'une part, plus on s'éloigne de l'équateur en remontant vers le nord, plus la température diminue, et que, d'autre part, un abaissement graduel de la température se manifeste à mesure qu'on s'élève verticalement au-dessus du niveau de la mer.

En ce qui concerne la France, M. Ch. Martins, après avoir calculé le nombre de myriamètres à parcourir en plaine du sud au nord pour arriver à un abaissement de température *de 1°* centigrade, et recherché la hauteur verticale où il faudrait s'élever pour arriver à la même baisse thermométrique, a obtenu pour résultat qu'en partant d'un point donné, on trouve un climat analogue soit en s'élevant de 180 mètres, soit en s'avançant dans la plaine de 22 myriamètres vers le nord [1]. De cette loi il découle donc que $81^{m},81$, soit 82 mètres en nombre rond, d'ascension verticale correspondent à l'avancement d'un degré vers le nord en plaine.

Le climat *général*, déterminé surtout par la température des différentes saisons, assigne aux plantes leur aire d'habitation, d'où il résulte qu'on peut établir des régions climatériques caractérisées par certaines plantes spéciales qu'on rencontrera successivement en marchant en plaine du sud vers le nord.

Les plaines de France, se trouvant comprises entre le 42e et le 51e degré de latitude, ne peuvent offrir du sud au nord, à

1. — *Du Spitzberg au Sahara*, p. 33.

altitude égale, qu'une différence de 4°,08 dans la température moyenne, abstraction faite des influences locales dues à l'abri fourni par des montagnes, à l'humidité de l'air et à la nature du sol; tandis que, dans les limites des mêmes parallèles, les montagnes, dont certaines supportent des neiges éternelles, présentent successivement, suivant les altitudes, toutes les échelles de climat qu'on rencontrerait en remontant du 42e degré de latitude jusqu'au delà du cercle polaire.

Il en résulte que, dans l'échelle des altitudes, on peut établir diverses régions climatériques dont les inférieures pourront trouver en France leurs analogues dans l'ordre des latitudes, mais dont les supérieures appartiendront exclusivement aux montagnes.

Au point de vue forestier, nous adopterons les quatre grandes zones climatériques indiquées par M. Mathieu, sous-directeur à l'École forestière, savoir [1] :

1° La région *méditerranéenne* ou *chaude*, du niveau de la mer à 600 mètres;

2° La *moyenne* ou *tempérée*, de 600 à 1,000 mètres;

3° L'*alpestre* ou *froide*, de 1,000 à 1,800 mètres;

4° L'*alpine* ou *très froide*, de 1,800 à 3,000 mètres.

1° *Climat méditerranéen.* — Caractérisé dans le bassin méditerranéen par l'olivier qui y atteint 600 mètres d'altitude (à Digne, point culminant de cette culture), ce climat détermine l'habitation des pins d'Alep, pinier et maritime, des chênes verts, yeuse, liège et kermès. On y rencontre exceptionnellement le caroubier.

2° *Climat tempéré.* — C'est le climat par excellence des chênes rouvre et pédonculé; on y rencontre encore le pin maritime, mais non loin de la mer; le pin d'Alep a disparu totalement, ainsi que les chênes à feuilles persistantes; le châtaigner, les peupliers, le frêne, l'orme et l'érable plane y abondent; enfin,

1. — Mathieu (Sous-directeur à l'École forestière). — *Le Reboisement et le Gazonnement des Alpes.* (1865.)

dans les parties supérieures, apparaissent le pin sylvestre, le hêtre et exceptionnellement le sapin.

3° *Climat froid* ou *alpestre*. — Ce climat se signale par la rareté des massifs feuillus, dont l'essence principale est le hêtre mélangé avec l'érable sycomore, le bouleau et le sorbier des oiseleurs. Les massifs principaux sont essentiellement fournis par des résineux : le pin à crochets, le sapin, l'épicéa et le mélèze.

4° *Climat très froid* ou *alpin*. — Caractérisé par l'absence totale de massifs feuillus, ce climat ne présente plus que le mélèze et le pin cembro comme essences forestières qu'on trouve jusqu'à près de 3,000 mètres au-dessus du niveau de la mer, dans les Alpes françaises, où cette altitude peut être considérée comme la limite supérieure de la végétation forestière.

Dans l'échelle des latitudes, on ne rencontre dans les *plaines* de France que les deux premières régions entières, la troisième ne s'y trouve qu'en partie, et la quatrième fait totalement défaut.

Cette classification établit dans l'échelle des altitudes, pour les essences forestières, un ordre de succession qui n'a rien d'absolu et peut être modifié par une série de circonstances locales indépendantes du climat général d'une région donnée.

C'est ainsi qu'en montagne, dans une même région climatérique, on rencontre, soit la même essence à des altitudes qui présentent parfois des écarts de plusieurs centaines de mètres, soit à altitude égale des essences appartenant à des régions climatériques différentes, soit enfin telles essences spéciales, à l'exclusion absolue de telles ou telles autres qu'on retrouve à des altitudes semblables dans d'autres parties de la même région.

Ces modifications dans l'ordre de succession ou dans l'habitation des essences forestières sont dues à deux causes déterminantes : le climat local et les conditions du sol.

D'où il résulte que pour bien choisir les essences à préférer

dans le reboisement d'un terrain donné, il ne suffit pas, malgré l'importance de ce premier examen, de déterminer à quelle région climatérique il appartient, mais qu'il faut de plus étudier les conditions du climat local et du sol; le résultat de cette étude indiquera seul avec certitude les essences qui peuvent végéter convenablement dans les conditions du lieu et il ne restera plus qu'à donner la préférence à celles qui répondent le mieux au but du reboisement qu'on veut entreprendre et dont les effets, comme les produits, paraîtront les plus utiles.

Le climat *local* d'un terrain donné dépend de sa situation, de son exposition, de la nature et de l'intensité des vents dominants, de l'abri formé par les montagnes environnantes, de l'humidité plus ou moins grande de l'atmosphère, de la répartition des pluies dans les différentes saisons, de l'intensité de la lumière, enfin des transitions plus ou moins brusques entre la chaleur et le froid, soit dans les journées, soit dans les saisons.

La *situation* est déterminée par l'altitude du lieu et par l'orographie de ses environs; de là, des situations en plaines et en coteaux, en montagnes et en vallées, en versants et en plateaux.

Tout versant de coteaux ou de montagnes présente une inclinaison quelconque vers un point donné de l'horizon : c'est ce qu'on nomme son *exposition;* d'où résulte une série d'expositions répondant aux directions de la rose des vents et parmi lesquelles les quatre principales sont : les expositions *nord*, *est*, *sud* et *ouest*.

Examinées au point de vue intrinsèque, ces expositions sont caractérisées ainsi qu'il suit : l'exposition *nord*, presque entièrement soustraite à l'influence solaire directe, est plus froide, partant la plus fraîche; celle de l'*est*, ne recevant le soleil que le matin, est soumise à une chaleur tempérée, qui modère l'évaporation; celle du *sud*, livrée aux ardeurs du soleil presque toute la journée, est la plus sèche; enfin celle de

l'*ouest* est beaucoup plus chaude que celle de l'est, car elle est frappée par le soleil au moment où la température de l'air est la plus élevée.

La nature et l'intensité des vents dominants peuvent, dans certaines contrées, modifier les influences de la situation et de l'exposition. D'une part, les vents qui amènent les pluies varient de l'ouest à l'est suivant les régions; c'est ainsi que dans la haute et basse Provence les vents d'est jouent le rôle des vents d'ouest dans la majeure partie de la France et réciproquement. D'autre part, dans certaines vallées, les orages suivent une direction constante, parfois diamétralement opposée à celles suivies dans d'autres vallées. Enfin, suivant l'orographie d'une contrée, les vents sont localement détournés de leur direction générale et peuvent modifier le caractère relatif des différentes expositions.

L'influence de l'exposition est une des questions les plus importantes à examiner. Presque nulle près de l'équateur, elle augmente en importance à mesure qu'on s'en éloigne, atteint son maximum au 45e degré de latitude et va en décroissant à mesure qu'on remonte vers le pôle.

En France, c'est donc dans les régions méridionales qu'elle se manifeste avec le plus d'énergie [1].

1. — Le sommet du Ventoux est à 44°10' de latitude, c'est-à-dire non loin du 45e, qui est à distance égale du pôle et de l'équateur. Or, c'est sur le cercle correspondant au 45e degré que la différence entre l'exposition nord est le plus marquée. Je vais essayer de le démontrer : on sait que plus on s'avance vers le pôle, plus le soleil en été se lève et se couche au nord de l'observateur, et, par conséquent, plus les jours deviennent longs. A partir du cercle polaire, le nombre des jours sans nuit augmente jusqu'au pôle, c'est-à-dire que le nombre des jours où le soleil ne se couche pas s'accroit progressivement. Imaginez une montagne dans ces contrées. Pendant l'été, quand le soleil se couche, le versant nord est éclairé presque autant que le versant sud, et quand il ne se couche pas, l'astre semble tourner autour de la montagne, dont le côté sud est éclairé pendant douze heures et le côté nord pendant le même espace de temps. Dans ces latitudes, la différence de deux versants opposés est donc presque nulle sous le point de vue du réchauffement et de l'illumination solaires. Il en est de même quand on des-

Dans l'échelle des altitudes, l'influence de l'exposition obéit à une loi analogue et se manifeste d'autant moins qu'on s'élève davantage; mais, à notre point de vue spécial, ce n'est guère que dans la quatrième région qu'on peut se dispenser d'en tenir un compte aussi sévère que dans les autres.

Les montagnes environnantes exercent parfois aussi une grande influence sur le climat local d'un terrain donné; l'abri direct qu'elles peuvent fournir contre les vents froids ou chauds, les neiges qu'elles conservent plus ou moins longtemps sur leurs sommets, leur état de dénudation ou de boisement, toutes ces conditions peuvent apporter des modifications au climat local [1].

Le degré général d'humidité de l'atmosphère est une donnée précieuse, car il est loin d'être identique d'un lieu à un autre et exerce sur la végétation une part d'influence notable.

Il en est de même de la répartition des pluies dans les différentes saisons. Dans telle contrée les pluies ne tombent qu'au printemps et à l'automne, les hivers et les étés sont secs, comme dans le midi de la France, tandis que dans telle autre, bien que la quantité d'eau tombée annuellement soit

cend du 45e degré de latitude vers l'équateur. En effet, plus on est prêt de la ligne équinoxiale, plus le soleil s'élève au-dessus de l'horizon et se rapproche du zénith; or, on comprend que dans cette dernière position, il éclaire le versant nord et le versant sud d'une montagne, et plus il est voisin de la verticale, plus le contraste envers les deux versants diminue. C'est donc sous le 45e degré que ce contraste est aussi grand que possible, et le Ventoux occupe, sous ce point de vue, la position géographique la plus favorable. (Ch. Martins, *Du Spitzberg au Sahara.*)

1. — Quand une montagne fait partie d'un massif ou d'une chaîne, certains versants sont abrités par les contreforts voisins, d'autres ne le sont pas; elle est en outre souvent dominée par les sommets qui la dépassent; de là des influences très diverses. La montagne sera à l'abri de tel vent, exposée à tel autre; elle recevra la chaleur répercutée vers l'un de ses flancs par un escarpement voisin, tandis que l'autre rayonnera librement vers le ciel. Les conditions de chaleur, d'humidité, d'aération, varieront suivant les différents azimuts; rien de pareil pour une montagne isolée. (Ch. Martins, *Du Spitzberg au Sahara.*)

sensiblement pareille, les pluies, réparties sur toute l'année, sont moins intenses mais plus fréquentes et donnent ainsi au sol une fraîcheur plus constante.

De plus, les météorologistes admettent que la quantité annuelle d'eau tombée augmente à mesure qu'on s'élève sur les montagnes. Nous avons pu, depuis quelques années, contrôler cette assertion par des observations directes sur les pluies tombées pendant la belle saison, c'est-à-dire de mai à décembre de chaque année. Les pluviomètres placés sur le même versant, dans le bassin d'un même torrent, nous ont constamment démontré que la quantité d'eau tombée à 2,500 mètres était supérieure à celle constatée à 2,000 mètres, qui, elle-même, dépassait considérablement celle trouvée à 1,500 mètres. Le plus souvent même les hauteurs d'eau à 2,000 mètres étaient une moyenne entre 2,500 mètres et 1,500 mètres, le maximum demeurant constamment acquis à 2,500 mètres. En comparant ces observations avec celles faites dans le fond de la vallée à un point voisin (Barcelonnette) situé à 1,130 mètres, on arrivait à cette conclusion que la hauteur de l'eau tombée sur le sommet de la montagne est supérieure au double de celle trouvée au fond de la vallée[1].

L'intensité de la lumière est aussi à considérer; certaines essences ne prospèrent bien que sous l'influence d'une vive lumière qui, dans le cours des travaux de reboisement, peut être avantageusement utilisée, ainsi que nous l'exposerons plus tard, pour le succès des opérations.

1. — Ces observations pourraient, pensons-nous, expliquer l'anomalie constatée par M. Raulin, professeur à la faculté de Bordeaux (Note A sur le régime pluvial des Alpes françaises. Cezanne. *Suite de Surell*, t. II), et qui consiste en ce que, tandis que dans les Pyrénées la quantité annuelle d'eau atmosphérique va en augmentant avec l'altitude, c'est plutôt (à l'exception du grand Saint-Bernard) l'inverse qui se produit dans les Alpes françaises, d'ailleurs beaucoup moins pluvieuses.

Nous ferons remarquer que la plupart des stations pluviométriques signalées sont situées au *fond* des vallées, où la sécheresse est proverbiale, et qu'à part celui du Saint-Bernard aucun de ces pluviomètres n'est placé sur des versants ou des sommets de montagnes.

Enfin les transitions plus ou moins brusques entre la chaleur et le froid influent considérablement sur le climat local. Dans certaines contrées où le ciel est toujours serein, sauf pendant les courtes périodes bisannuelles de pluie, les alternatives de chaleur et de froid sont plus fréquentes et plus dangereuses que dans celles où le ciel est souvent couvert. De là des gels et des dégels abondants; de là aussi des préférences de la part de telle ou telle essence à l'exclusion des autres.

Du Sol. — Les conditions du climat local une fois déterminées, il reste à examiner celles du sol, qui dépendent de sa nature et de l'état de sa superficie.

Au point de vue minéralogique, les éléments dominants peuvent être soit l'argile, soit la silice, soit le calcaire, dont le mélange, suivant diverses proportions, peut donner des sols plus ou moins favorables à la végétation. Certaines essences forestières, assez rares d'ailleurs, sont franchement ennemies des sols calcaires; d'autres s'y rencontrent de préférence, et le reste accepte indifféremment les diverses natures minéralogiques.

Les éléments chimiques n'exercent donc en général, au point de vue qui nous occupe, qu'une influence restreinte, facile à définir pour certaines essences spéciales; ils cèdent le pas aux qualités physiques du sol, c'est-à-dire à sa profondeur, sa compacité, son hygroscopicité, son aptitude à l'échauffement, sa densité et sa dureté.

C'est donc ces qualités physiques qu'il faudra surtout s'attacher à déterminer, car de leur présence ou de leur absence dépendront bien des modifications à introduire dans les travaux.

L'état de la superficie du sol peut avoir dans bien des cas une influence importante, car on peut y trouver les éléments d'un abri herbacé ou arbustant qui décide souvent de l'emploi de telle ou telle essence.

Répartition des Essences forestières dans les différentes Ré-

gions climatériques. — Les conditions du climat local et du sol ayant été déterminées pour un terrain qu'on se propose de reboiser, toutes les essences appartenant à sa région climatérique ne seront pas également susceptibles d'emploi, et dans le choix à faire on devra encore tenir un compte sérieux du caractère spécial à chacune d'elles; pour cela il convient de connaître le mode de végétation, les exigences, la sociabilité de chaque essence, son effet sur le sol, la nature et l'importance des produits qu'on peut en espérer.

Dans quelque région climatérique qu'on se place, on peut observer que les forêts se composent d'une ou plusieurs essences dominantes au milieu desquelles d'autres se rencontrent à l'état de dissémination, mais sans fournir jamais de massifs compacts. De là deux catégories : d'une part, les essences susceptibles de fournir un massif constituant une forêt et, d'autre part, les essences isolées, plus ou moins nombreuses suivant les cas, mais incapables de vivre et de se perpétuer à l'état de massif constant.

Ainsi, dans la région chaude, les essences qui composent les grands massifs sont le pin d'Alep, le pin maritime, le chêne vert ou yeuse et le chêne liège.

Dans la région tempérée, on trouvera les chênes rouvre et pédonculé, le châtaignier, le charme, les pins sylvestre et laricio, le hêtre et le sapin; dans la région froide, le hêtre, le pin à crochets, le sapin, l'épicéa et le mélèze; enfin, dans la région très froide, le mélèze et le pin cembro.

Toutes les autres essences forestières ne végètent, dans leurs régions respectives, qu'à l'état d'essences secondaires disséminées, suivant certaines circonstances locales, au milieu des grands massifs, et ne présentant en nombre qu'une très petite proportion relativement aux essences dominantes.

Néanmoins elles peuvent parfois être très utiles au reboisement, à la condition d'être employées dans les conditions qui leur sont propres, suivant les différents cas qui peuvent se présenter.

D'autre part, certaines essences de massif ne sont pas toujours uniques et vivent volontiers avec d'autres de la même catégorie, ce qui constitue parfois des mélanges très avantageux.

Enfin, toutes les essences ne peuvent être employées directement pour le reboisement des terrains dénudés; il en est dont les jeunes plants demandent pendant plus ou moins d'années un certain couvert qui les protège contre les ardeurs solaires et qui, pour ce motif, ne peuvent être introduites dans un reboisement qu'après la création d'un étage foliacé.

Dans la description qui va suivre, nous nous étendrons principalement sur les essences propres à être employées directement dans le reboisement des terrains nus, et nous nous contenterons d'indiquer celles qui réclament un couvert préexistant à leur emploi.

Nous procéderons en passant en revue, dans chaque région climatérique, les caractères spéciaux des essences qu'on peut adopter suivant les cas et le mode d'introduction qui peut paraître préférable.

Description des Essences forestières propres au Reboisement. — 1° *Climat chaud.* — Le pin d'Alep est très répandu en Algérie, où il compose des futaies de nombreux milliers d'hectares.

En France, il se rencontre principalement en Provence, où il est connu sous le nom de *pin blanc*, et occupe surtout les versants calcaires, bien qu'on le trouve indifféremment sur les sols de toute nature minéralogique. Sa station est limitée du bord de la mer à une altitude de 700 mètres aux expositions chaudes et de 400 mètres dans les autres. Il cohabite généralement avec l'olivier.

Dans l'intérieur des terres, il s'élève moins haut et c'est ainsi qu'au mont Ventoux, sa limite supérieure au versant sud n'atteint que 480 mètres et qu'on ne le retrouve plus sur le versant nord, dont le pied est à 400 mètres.

Se contentant des plus mauvais terrains, bravant dès son plus jeune âge les ardeurs du soleil, le pin d'Alep représente, au point de vue du reboisement des terrains nus, l'essence la plus précieuse pour la région chaude.

Dans les sols les plus pauvres et les plus secs, à base calcaire, rebelles à toute autre végétation forestière, on peut, par l'emploi de cette essence, obtenir en peu de temps des massifs complets, appelés à fournir, en même temps que des produits d'une certaine valeur, une rapide et salutaire amélioration du sol.

Le pin d'Alep donne un couvert relativement assez épais, grâce aux branches nombreuses qui garnissent son tronc et le distinguent ainsi de la plupart des autres pins; ses aiguilles, longues et fermes, fournissent au sol un abondant détritus qui ne tarde pas à le couvrir. Sa croissance est rapide, dans les vingt premières années surtout, mais sa longévité est relativement faible, car à quatre-vingts ans il a atteint le terme de son exploitabilité.

Son bois, à grain fin et serré, peut être employé en charpente, mais seulement pour des portées faibles, car il est plus cassant que les autres résineux; il offre peu de ressources à la menuiserie fine et convient plutôt à la confection des ouvrages grossiers et des caisses d'emballage; enfin, il est utilement employé dès l'âge de vingt ans à la confection des rondins pour les galeries de mines.

Il produit, en outre, une résine d'aussi bonne qualité que celle des pins maritimes, et d'autant plus abondante qu'on se trouve en pays plus chauds.

Il croît très bien en mélange avec d'autres essences, notamment avec le chêne vert; mais si l'on n'y prend garde, dans ce dernier cas, il ne tarde pas à envahir tout le sol et à réduire le chêne à l'état de sous-bois.

Dans les reboisements en terrain nu, on peut employer le pin d'Alep, soit par semis, soit par plantation, suivant les différents cas que présentent l'état superficiel du sol et l'exposition,

ainsi que nous l'examinerons dans le chapitre de l'exécution des travaux.

Le pin maritime est beaucoup plus répandu que le pin d'Alep. Il occupe de très vastes surfaces à l'état de futaies pleines dans la Provence, dans le Languedoc, dans les Landes, et remonte le long de l'Océan jusqu'en Bretagne, en pénétrant dans l'intérieur des terres jusqu'au Mans.

Moins indifférent à la nature minéralogique du sol que le pin d'Alep, il semble affectionner surtout les terrains siliceux ou bien appartenant aux formations plutoniques. Cependant on le rencontre dans les Alpes-Maritimes sur des terrains calcaires, et parfois en mélange avec le pin d'Alep, voire même avec une variété locale du pin sylvestre. D'autre part, il a parfaitement réussi, dans des sols à base calcaire, par voie de repeuplemeut artificiel, mais on ne peut en conclure qu'il accepterait indifféremment toutes sortes de calcaire; il est constant au contraire qu'il tient surtout à l'état de désagrégation et de légèreté du sol, conditions qui peuvent se rencontrer dans certains calcaires plus ou moins modifiés, mais non dans tous les terrains de cette espèce.

Quoi qu'il en soit, il conviendra toujours de donner la préférence au pin maritime dans les sols siliceux ou plutoniques et de réserver aux sols où le calcaire est dominant le pin d'Alep partout où le climat permettra son emploi. Il supporte assez bien la sécheresse, mais à un degré bien moindre que le pin d'Alep.

Le couvert du pin maritime est léger; son port est plus droit que celui du pin d'Alep, son enracinement plus profond et sa croissance aussi rapide.

Comme le premier, il fournit rapidement d'abondants détritus au sol et ne tarde pas à l'améliorer; enfin, l'âge de son exploitabilité est sensiblement le même.

Le pin maritime est généralement soumis au résinage qui en représente le produit principal. Cependant, en Provence, cette exploitation est peu généralisée et ne se rencontre en-

core qu'à l'état exceptionnel. Le résinage, loin de diminuer les qualités du bois, en augmente au contraire la durée et la résistance, mais il a pour résultat d'altérer la croissance des arbres et même de les déformer.

Le bois du pin maritime est employé aux mêmes usages que celui du pin d'Alep, mais il présente généralement de plus fortes dimensions en hauteur et en diamètre.

Cette essence supporte très bien le mélange avec le pin d'Alep; quant aux chênes, c'est plutôt avec le chêne liège qu'on le rencontre qu'avec le chêne vert, par suite de sa préférence pour les sols plutoniques où le liège réside exclusivement.

En Provence, les massifs de pins maritimes, plus encore que ceux de pins d'Alep, dominent un sous-bois qui, grâce à l'intensité de la lumière, à la pureté de l'air et à la légèreté du couvert, devient tellement fourré qu'il intercepte le passage, mais présente un danger permanent par suite de l'aliment qu'il fournit aux incendies sous ce climat sec et parfois brûlant.

En reboisement, le pin maritime est employé plus souvent en semis qu'en plantation. Son pivot, plus développé et moins chevelu que celui du pin d'Alep, présente plus de risques dans la plantation. D'autre part, le prix de la graine et surtout la nature du sol qu'il préfère doivent en faire écarter la plantation et adopter le semis.

Le chêne vert ou yeuse ne forme généralement en France que des taillis simples exploités à d'assez courtes révolutions; la futaie de chênes verts ne s'y rencontre pas et le taillis composé lui-même est fort rare. On trouve cependant, à l'état isolé ou par bouquets, des chênes verts d'assez belles dimensions.

Cette essence fournit une variété qui donne des glands doux, comestibles et susceptibles de remplacer la châtaigne dans l'alimentation de l'homme : c'est le chêne *ballote*, ainsi nommé par les Arabes de l'Algérie, où cette variété est très répandue et présente des sujets de très grandes dimensions, soit à l'état isolé, soit en massifs complets susceptibles d'être

exploités en taillis composé ou même en futaie. On rencontre cette variété dans quelques départements du Midi, notamment de la Provence, mais très rarement.

L'aire d'habitation du chêne vert est beaucoup plus vaste que celle du pin d'Alep.

En latitude, elle est un peu inférieure à celle du pin maritime, car il remonte le long de l'Océan jusqu'à la Loire.

Aux environs de la mer, il dépasse en altitude le pin maritime; c'est ainsi que dans les Alpes-Maritimes on trouve des taillis de chênes verts à 1,200 mètres aux expositions chaudes, mais dans l'intérieur des terres il s'arrête à 650 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Au point de vue du sol, le chêne vert manifeste une préférence pour le calcaire; aux basses altitudes et dans les terrains siliceux ou plutoniques, il fait place au chêne liège, et sur les points les plus élevés de son aire il laisse au chêne rouvre les sols meubles ainsi que les expositions fraîches.

Le peu d'exigence du chêne vert en fait une essence précieuse pour le reboisement des calcaires; son couvert épais procure au sol une fraîcheur salutaire. Mais sa croissance est lente; aussi son bois est-il très dur; on l'utilise, en France surtout, comme bois d'industrie.

Les taillis de cette essence fournissent un excellent bois de chauffage, et surtout une écorce tellement estimée que, dans beaucoup de contrées, l'écorce des taillis de chênes rouvres est absolument négligée.

Le chêne vert végète parfaitement en mélange avec le pin d'Alep; la différence d'enracinement et de couvert de ces deux essences rend ce mélange très avantageux pour leur introduction en terrain nu, ainsi que nous le verrons ultérieurement.

En reboisement, la plantation ne peut être employée pour le chêne vert par suite de la longueur démesurée et de la nudité de son pivot. Il arrive, en effet, que des semis d'un an, qui sortent à peine de quelques centimètres hors de terre, présentent des pivots dont certains atteignent jusqu'à $1^{m},20$

de longueur, sans la moindre racine adventive et sans le moindre chevelu. On ne peut songer, dans ces conditions, à une transplantation. Cet effet se manifeste du reste chez bon nombre d'essences à feuilles persistantes, notamment le chêne liège et le caroubier. On est donc obligé, pour ces essences, de recourir exclusivement au semis. Cette propriété du chêne vert, de présenter un aussi long pivot, le rend très avantageux pour fixer les terrains profonds en pente.

Le chêne liège, très répandu en Algérie et en Espagne, appartient, comme l'olivier, à la flore méditerranéenne. Il ne pénètre pas profondément dans l'intérieur des terres, se rencontre sur tout le littoral à une altitude qui ne dépasse pas 700 mètres aux expositions chaudes et 500 mètres aux autres.

Il y forme des massifs importants, mais exclusivement sur les terrains généralement fertiles, produits par la désagrégation des roches plutoniques; on ne le trouve jamais en massifs dans les terrains calcaires, bien que dans le voisinage des terrains d'éruption on puisse en rencontrer sur des terrains calcaires métamorphosés, mais ce n'est qu'une très petite exception.

Les conditions spéciales de sol que réclame cette essence restreignent considérablement son emploi dans le reboisement des terrains nus. Néanmoins les produits du chêne liège sont si précieux qu'il peut être avantageux d'en créer des bois, et, à ce titre, nous ne pouvons le négliger.

Sa croissance est très lente au début, mais vers la sixième année elle commence à se développer, et, de vingt à vingt-cinq ans, il atteint une circonférence de 25 à 30 centimètres, suffisante pour permettre le premier démasclage.

Le chêne liège, pendant cette période, se trouve bien du mélange du pin maritime, qui enrichit le sol et procure au jeune peuplement un ombrage tutélaire.

Comme pour le chêne vert, et pour les mêmes motifs, le semis est bien préférable à la plantation.

Le caroubier, très répandu en Algérie et dans toute la région méditerranéenne, ne se rencontre en France à l'état indigène que sur une partie du littoral des Alpes-Maritimes. Il appartient surtout à la sous-région chaude, caractérisée par la végétation de l'oranger en pleine terre. Cependant il peut végéter encore au delà de Toulon, où l'on en trouve de beaux spécimens.

Il ne se présente jamais en massif et, sans atteindre une très grande hauteur, il acquiert de fortes dimensions.

Il végète généralement dans tous les sols, à l'exception des terrains marécageux ou sablonneux. Le terrain rocailleux et sec lui convient parfaitement.

Son couvert est épais; ses feuilles persistantes protègent constamment le sol contre les ardeurs du soleil et maintiennent sa fraîcheur.

Son fruit sert de nourriture aux bestiaux, surtout aux chevaux.

Son bois, très dur, très compact, est précieux pour l'industrie et l'ébénisterie.

Sa croissance est très rapide dans les premières années; il repousse parfaitement de souche et s'accommode très bien du mélange avec le pin d'Alep.

Son introduction dans le reboisement des terrains nus, niée au début comme impraticable, est aujourd'hui pleinement justifiée par les résultats obtenus en Algérie et dans les Alpes-Maritimes, où des sujets avaient atteint, après sept ans de semis, une hauteur moyenne de 3 mètres.

Comme les chênes à feuilles persistantes, il est rebelle à la transplantation et ne peut être employé que par voie de semis.

Le pin pinier est essentiellement méditerranéen. On le rencontre sur le littoral à l'état de bouquets isolés présentant de superbes échantillons tant en hauteur qu'en dimensions. On le désigne en Provence sous le nom de *pignon*, donné à sa graine volumineuse et comestible.

On le rencontre surtout dans les fonds de vallées près de la mer; cependant de nombreux essais tentés sur des coteaux ou des flancs de montagne ont démontré que cette essence s'accommodait très bien des sols secs et rocheux, tant calcaires que siliceux.

Sa croissance est assez rapide, bien qu'inférieure à celle des pins d'Alep et maritime.

Comme le pin d'Alep, il est très fourni en branches, mais il n'affecte pas la forme pyramidale; dès les premières années, on voit toutes ses branches se terminer pour ainsi dire à un même plan horizontal, ce qui lui donne une forme demi-ovoïde par suite du redressement de ses branches. Plus tard, quand l'arbre devient âgé, que les branches inférieures ont disparu et que les supérieures ont pris de l'accroissement en diamètre, l'effet de la pesanteur, n'étant plus combattu par l'influence solaire, prend le dessus et les branches s'étalent de plus en plus jusqu'à laisser retomber légèrement leurs extrémités et à accentuer cette forme si caractéristique du pin pinier, qui lui a fait donner le nom de pin *parasol.*

Ses fruits donnent un produit assez important tant par la graine, qui est comestible et très recherchée, que par ses gros cônes très chargés de résine et employés pour l'allumage des feux.

Cette essence, à couvert épais, est précieuse pour le reboisement par le motif qu'elle empêche la végétation d'un sous-bois envahissant et très dangereux à cause des incendies, en même temps qu'elle maintient la fraîcheur du sol.

Nous n'en connaissons pas de massifs à l'état de perchis âgés, mais depuis un certain nombre d'années, on en a fait un nombreux emploi dans les reboisements exécutés par l'État ou les particuliers dans la Provence, et les résultats obtenus concordent tous à faire proposer cette essence.

Le bois en est de bonne qualité tant au point de vue de la charpente que de la menuiserie.

Son enracinement profond lui permet de parfaitement

résister à l'action des vents et en fait une essence excellente pour la fixation des sols instables.

En reboisement, le semis et la plantation lui conviennent également; cependant il y a lieu le plus souvent de préférer la plantation, ainsi que nous le verrons plus loin.

Telles sont les essences susceptibles d'être utilisées pour le reboisement des terrains nus dans la région chaude.

Quant aux nombreuses essences exotiques qu'on a plus ou moins réussi à introduire dans les différents climats de cette région, elles appartiennent pour la plupart plutôt à la catégorie des plantes d'ornement qu'à celle des essences forestières. Il en est cependant qu'on a tenté d'utiliser dans le reboisement de certains versants, telles que l'*Eucalyptus globulus,* le *Grevillea robusta,* le *Casuarina equisetifolia* (Filao de Madagascar). Mais ces essais, entrepris d'ailleurs sur une petite échelle, ont suffi pour démontrer leur inanité. Ainsi l'*Eucalyptus globulus,* qui gèle à Toulon et ne se soutient que dans la sous-région très chaude de l'oranger, est confiné dans les alluvions des vallées, dans les sols profonds et frais où il joue dans le climat chaud le rôle des peupliers dans les climats tempérés, mais il est loin de bien végéter dans les terrains secs et peu profonds des flancs de coteaux ou de montagnes; il lui faut en outre un abri sérieux contre les grands vents.

Cette essence ne trouve donc sa vraie place en France que dans des parcs ou des conditions absolument en dehors des terrains qui nous occupent. Il en est de même des deux autres dénommées ci-dessus, ainsi que de la myriade d'exotiques cultivés par les pépiniéristes.

De cette description il résulte donc que dans la région chaude on ne peut compter pour le reboisement des terrains nus que sur des essences à feuilles persistantes, au nombre de six, dont trois seulement, le pin d'Alep, le chêne vert et le pin maritime, sont appelées à un emploi bien plus général que les autres.

Il est à remarquer que dans la région *chaude,* comme nous

le verrons plus tard pour la région *alpine,* il n'existe aucun massif forestier composé d'essences à feuilles caduques; la basse végétation forestière elle-même ne comprend guère que des plantes à feuilles persistantes, depuis les cystes jusqu'aux lentisques, myrtes, arbousiers, etc.

2° *Région moyenne ou tempérée.* — La région tempérée se divise en deux sous-régions correspondant : la première, à un climat doux caractérisé par la vigne, les chênes rouvre et pédonculé et par de nombreux feuillus; la seconde, à un climat tempéré où se trouvent encore les chênes, mais où domine le pin sylvestre et où commencent à apparaître le hêtre et le sapin.

Le pin maritime s'y rencontre encore sans rien perdre du caractère indiqué pour cette essence dans le climat chaud; nous ne nous y arrêterons pas dès lors davantage.

Les grands massifs forestiers sont représentés par les chênes à feuilles caduques, dont les deux principales espèces sont le rouvre et le pédonculé. Ces deux essences sont les plus précieuses de toutes celles qui peuplent nos forêts. Les qualités à tous les points de vue de leur bois sont tellement connues de tous qu'il nous paraît superflu de les développer ici.

Le chêne *pédonculé* se plaît surtout dans les plaines à sol profond, frais ou même humide; dans les coteaux, il se mêle avec le chêne rouvre et disparaît totalement dans les montagnes.

Le chêne *rouvre,* au contraire, préfère les sols accidentés et végète parfaitement dans les montagnes.

En latitude, le chêne pédonculé remonte beaucoup plus vers le nord que le chêne rouvre, et ne se rencontre que très rarement dans le sud-est de la France, tandis qu'en altitude il s'arrête bien au-dessous du chêne rouvre, qui occupe, seul de son espèce, cette région accidentée.

La préférence qu'affecte le chêne pédonculé pour les plaines et les terrains très frais lui enlève tout intérêt au point

de vue spécial qui nous occupe et reporte sur le chêne rouvre toute l'attention du reboiseur.

Le chêne rouvre, dans les régions montagneuses des Alpes, fait immédiatement suite au chêne vert; on commence à le rencontrer, aux expositions fraîches, à 400 mètres au-dessus de la mer, et il ne s'arrête que vers 1,000 mètres, pour faire place au pin sylvestre.

En remontant en latitude, il se trouve dans le fond des vallées et sur les coteaux où il est mêlé au chêne pédonculé; il pénètre ensuite dans la région des pins sylvestres et va même jusqu'à atteindre l'habitation des sapins, tandis qu'en altitude il en est toujours séparé par la zone des pins sylvestres.

Plus on descend du nord vers le midi, plus la futaie des chênes rouvres devient rare, à tel point qu'en Provence elle a presque totalement disparu, pour faire place à des massifs exploités le plus souvent en taillis simple.

A cet état, les chênes occupent généralement des versants abrupts de montagnes calcaires ou marneuses, à sol médiocre, peu profond et très rocheux; les expositions fraîches présentent des massifs bien drus et d'une végétation vigoureuse; aux autres expositions, l'aspect est moins satisfaisant, néanmoins le massif persiste.

D'où l'on peut conclure que le chêne rouvre s'accommode de toutes les qualités de sol, tout en préférant les expositions fraîches et les terrains d'une certaine profondeur.

En reboisement, le chêne rouvre est donc une essence précieuse, qu'on doit propager autant que possible.

Le semis nous en a toujours paru préférable à la plantation.

Le chêne rouvre a un couvert assez épais, aussi son jeune plant est-il sensible aux influences atmosphériques : il convient donc autant que possible de lui fournir un léger abri dans sa jeunesse; à défaut de végétation spontanée, on le produit avantageusement par l'introduction d'autres essences forestières d'une croissance plus rapide, destinées à disparaî-

tre au moment opportun et servant ainsi d'essences transitoires.

Le châtaignier se rencontre, en France, dans les régions du climat chaud, comme dans la partie douce du climat tempéré. Son aire d'habitation est sensiblement celle de la vigne.

Disséminé sur quelques points favorables de la Provence, il est très répandu dans le centre et le sud-est de la France, mais exclusivement à l'état de grands arbres isolés, ou en bouquets, toujours cultivés en vue de la production des châtaignes, sans se présenter à l'état de véritable massif forestier.

Cependant, dans certaines contrées situées plus au nord, on a constitué des massifs exploités en taillis simple, notamment en Alsace, sur les versants orientaux des Vosges, où il atteint une altitude maxima de 600 mètres un peu supérieure à celle de la vigne. Dans les montagnes du Sud-Est, il monte, à une bonne exposition, jusqu'à une altitude maxima de 900 mètres.

Le châtaignier affectionne exclusivement les sols meubles composés de la désagrégation des roches plutoniques ou siliceuses.

On en rencontre bien quelques sujets sur des terrains calcaires (par exemple dans les Basses-Pyrénées), mais cette exception très rare ne peut se justifier que par un état tout spécial d'ameublissement du sol, et n'infirme en rien la règle générale à adopter dans son emploi au point de vue de la nature du terrain qu'il préfère.

Le châtaignier redoute beaucoup les gelées printanières, ainsi que les grands vents, et habite surtout les vallées tempérées, les versants peu rapides, peu rocailleux, à terre meuble et profonde, sans rechercher cependant les terrains humides.

Son bois a beaucoup d'analogie avec celui du chêne, mais ne possède pas toutes ses qualités, surtout à l'épreuve des influences atmosphériques.

Sa croissance est très rapide dès les jeunes années ; bien que son couvert soit épais, les jeunes plants végètent bien sans abri.

Au point de vue du reboisement, cette essence est loin de présenter les avantages du chêne; mais, dans certains cas spéciaux, elle peut être utilisée avec grand profit pour la création de taillis simples exploités à de très courtes révolutions en vue de la production de paisceaux pour la vigne, de manches d'outils et surtout de cercles de tonneaux, dont il se fait un grand commerce d'importation dans les ports du Midi.

Le mode du semis est de beaucoup préférable à celui de la plantation.

Le pin sylvestre est très répandu dans les plaines du Nord et de l'Est ainsi que sur les contreforts des montagnes où il occupe une zone nettement marquée par la fin des chênes et le commencement des sapins. Dans les montagnes des Alpes de Provence, il commence à une altitude de 1,000 mètres et atteint jusqu'à 1,800 mètres aux expositions chaudes.

Le pin sylvestre forme à lui seul de très vastes massifs, mais supporte parfaitement le mélange d'autres essences.

Tout en préférant les sols sablonneux et profonds, il végète sur les terrains les plus maigres et les plus exposés à l'ardeur du soleil; mais il est rebelle aux terrains argileux et marécageux.

Dans les sols profonds, où son pivot peut se développer à l'aise, il ne présente que peu de racines latérales, mais dans les sols marneux, peu profonds, son pivot s'oblitère de bonne heure et ses racines latérales se développent près de la surface du sol et présentent parfois des dimensions énormes. (Nous avons pu en mesurer de 18 mètres de longueur.)

Le couvert du pin sylvestre est léger; aussi son jeune plant est-il robuste et résiste bravement à l'effet du soleil.

Son bois est très bon pour la charpente, le sciage et, généralement, tous les emplois des constructions. C'est du pin sylvestre qu'on tire le goudron, en faisant combustionner, dans un four spécial, les souches et les ramilles.

La croissance du pin sylvestre est assez rapide à partir de

l'âge de trois à quatre ans; dans ses jeunes années, il procure au sol, sinon un couvert complet, du moins un abri salutaire et un détritus abondant.

Sa rusticité, sa facilité de vivre à des altitudes différentes et dans des sols médiocres ou mauvais et son puissant enracinement font de cette essence une des plus avantageuses qu'on puisse utiliser dans les reboisements. Ces qualités, jointes à la légèreté de son couvert et à la rapidité de sa croissance, la font employer, ainsi que nous le verrons plus tard, comme essence transitoire destinée à protéger, dans la première période de croissance, les jeunes peuplements de chênes, de sapins ou de hêtres, tout en augmentant la fertilité du sol.

Le pin sylvestre peut être employé avec un égal succès, soit par semis, soit par plantation, selon les circonstances spéciales où l'on peut se trouver; néanmoins nous penchons beaucoup vers la plantation. Nous déduirons plus loin les motifs de notre préférence.

Le pin sylvestre est le seul pin indigène de France que l'on trouve dans la région moyenne, mais il est une autre espèce de pin qui peut fournir une ressource précieuse au reboisement et qui, à ce titre, mérite d'être indiquée ici : nous voulons parler du pin *laricio*. Parmi les variétés qu'on distingue dans les pins laricio, deux seulement importent à notre but : ce sont le pin laricio de *Corse* et celui d'*Autriche*, plus connu sous le nom de pin *noir*.

Le pin laricio de Corse, spécial aux montagnes de cette île, y remplace le pin sylvestre dans l'échelle de succession des essences et atteint une altitude extrême de 1,700 mètres. Ses dimensions dépassent quelque peu celles du pin sylvestre, mais il ne possède pas la somme des qualités de cette dernière essence.

Au point de vue du reboisement, le laricio de Corse ne nous paraît pas être appelé à rendre de grands services; d'une part, il préfère les sols plutoniques aux sols calcaires, ce qui restreint déjà singulièrement son aire d'emploi; d'autre part, il

est très sensible au froid, il refuse de végéter dans les Alpes de la Provence à une altitude de plus de 1,400 mètres; enfin, son jeune plant possède un pivot plus développé que celui du pin sylvestre ou du pin noir, ce qui en rend la transplantation très périlleuse.

Néanmoins, dans les conditions restreintes d'habitation qu'elle réclame, il peut être avantageux d'employer cette essence, à cause du détritus abondant qu'elle fournit au sol et de la rectitude de son port.

La station principale du pin noir se trouve dans le Wiener-Wald, un des contreforts des Alpes styriennes, à une altitude moyenne de 700 mètres, comprise entre les extrêmes 300 mètres et 1,100 mètres. Cette contrée est située à la latitude de Lyon, sur le versant septentrional des Alpes styriennes exposé aux vents froids du nord et à l'abri des vents chauds du midi. Le climat y est sec et parfois assez rigoureux; dans de pareilles conditions, on peut l'admettre comme l'analogue du climat qu'on supporte, de 1,200 à 1,600 mètres, dans les Alpes françaises à la latitude de 44°, c'est-à-dire du climat du pin sylvestre indigène dans ces montagnes.

On ne trouve, en France, aucun vieux massif de pins noirs d'Autriche. Les plus anciens essais d'introduction de cette essence ne sont encore qu'à l'état de grands perchis, cependant sa naturalisation est admise sans conteste par tous les forestiers. Dans sa station naturelle, il croît indifféremment sur des sols de natures bien diverses, mais ses plus belles dimensions se manifestent sur les calcaires.

Son pivot disparaît de très bonne heure et fait place à des racines latérales puissantes qui lui donnent une solide assiette; aussi résiste-t-il aux orages les plus violents. Ses robustes branches supportent mieux que le pin sylvestre l'effet des neiges abondantes; sa cime, moins sujette aux attaques des pyrales, demeure bien droite, et ses feuilles, longues et abondantes, procurent au sol une amélioration rapide et salutaire.

Malgré que son couvert soit épais, ses jeunes plants supportent parfaitement la lumière solaire et ne réclament aucun abri; les sujets élevés en pépinière ont des racines à chevelu assez abondant et à pivot relativement court.

Son bois passe pour être préférable à celui du pin sylvestre pour les constructions, tant au point de vue de sa durée qu'à celui de sa densité; certains auteurs le placent immédiatement après le mélèze; il fournit un excellent chauffage et une résine tellement abondante qu'on le met au premier rang parmi tous les résineux d'Europe.

Ces diverses qualités en font une essence de premier ordre pour le reboisement des terrains nus, surtout des calcaires. Employé depuis plus de quinze ans, concurremment avec le pin sylvestre, dans les grands travaux de l'État, il a donné jusqu'à présent les résultats les plus remarquables, et tout fait penser que, dans l'avenir, il ne démentira pas la confiance qu'on a mise en lui, mais à la condition que son emploi l'ait placé dans des conditions de climat analogues à celles de sa station originaire. Bien que les semis de cette essence réussissent généralement bien, la plantation nous paraît devoir leur être préférée, ainsi que nous l'exposerons ultérieurement.

Dans l'ordre de succession des essences, en remontant l'échelle des altitudes, le hêtre apparaît à peu près en même temps que le pin sylvestre. Ainsi, dans les Alpes de Provence, on le rencontre aux expositions chaudes vers 1,200 mètres, et il y atteint 1,700 mètres, tandis qu'à l'exposition nord, il commence à 900 mètres, pour finir entre 1,500 et 1,600.

Le sapin, au contraire, ne se rencontre jamais aux expositions chaudes; il réside exclusivement à l'exposition nord ou ses plus voisines, dans une zone qui commence entre 1,000 et 1,200 mètres, pour se terminer à 1,800 mètres.

Ces deux essences, précieuses au point de vue forestier, ne peuvent malheureusement être employées pour le reboisement des terrains nus; leurs jeunes plants sont excessivement

sensibles aux influences atmosphériques, et, pour végéter, réclament pendant un grand nombre d'années un abri sérieux produit par un couvert assez complet. On ne peut donc que les introduire ultérieurement, comme substitution d'essences, dans un bois préexistant, et, à ce titre, l'emploi de ces essences n'est plus œuvre de reboisement, mais seulement d'amélioration de peuplement.

C'est dans cette région surtout que se rencontre la plus grande quantité d'essences feuillues, incapables de former comme les précédentes par elles-mêmes un massif complet, mais végétant en mélange avec les premières, soit à l'état isolé, soit par petits bouquets disséminés çà et là suivant leurs préférences et les circonstances locales. Les unes, par la qualité et la valeur de leurs bois, méritent d'être introduites, autant que possible, dans le massif qu'on veut produire ; les autres, par leur croissance rapide, leur rusticité et leur sobriété, servent à créer un premier abri aux essences plus précieuses, et sont destinées à disparaître une fois leurs fonctions remplies; d'autres, enfin, affectent une préférence marquée pour certaines stations telles que le bord des cours d'eau et des ravins où elles remplissent un rôle important.

On distingue principalement deux espèces d'ormes : l'orme champêtre et l'orme de montagne. Ce dernier ne possède aucune des qualités qui donnent au premier une valeur importante, et ne mérite en rien d'être introduit dans un massif de nouvelle création. Aussi doit-on s'en tenir exclusivement à l'emploi de l'orme champêtre, bien qu'on ne le rencontre généralement qu'à l'état de rareté dans les forêts existantes.

Il dépasse en altitude la station du chêne, où cependant il prend son plus beau développement. On peut l'employer jusqu'à 1,500 mètres dans la région des Alpes aux bonnes expositions. Indifférent à la nature minéralogique du sol, il préfère les terrains meubles calcaires ou autres et un peu frais. Son enracinement est surtout latéral et oblique, ce qui lui donne

une solide assiette. Son couvert est épais, son feuillage abondant fournit un excellent fourrage.

Enfin son bois, dur et résistant, est très précieux, surtout au point de vue du charronnage, et à ce titre en fait une essence de grande valeur. En reboisement, il ne peut être avantageusement employé que par voie de plantation, comme, du reste, la plupart des feuillus dont il s'agit ici.

Parmi les différentes espèces de frênes constatées par les botanistes, nous n'acceptons ici que le frêne commun.

Répandu dans toute la région tempérée, il s'élève sur les montagnes à une altitude plus grande que l'orme et se rencontre encore dans les Alpes, à 1,800 mètres, dans des conditions climatériques plus froides que la station du hêtre.

Son couvert est léger et son feuillage fournit un excellent fourrage; aussi, dans de nombreuses localités, est-il traité, comme l'orme, en têtard.

Le frêne préfère les terrains frais et fertiles, quelle que soit leur base minéralogique; il réussit néanmoins dans les terrains secs, s'ils sont meubles et profonds, mais il est rebelle aux sols marécageux ou compacts. On le rencontre souvent le long des cours d'eau, dont il affermit les berges par ses fortes racines et ses souches de grosses dimensions.

Tout le monde connaît les qualités remarquables de son bois au point de vue du charronnage et des divers objets qui réclament une grande élasticité jointe à une forte ténacité.

En reboisement, il ne peut être utilement employé que par voie de plantation.

On distingue cinq espèces d'érables : l'érable *sycomore*, l'érable *plane*, l'érable *champêtre*, l'érable à *feuilles* d'*obier*, et enfin celui dit de *Montpellier*.

L'érable *sycomore* est le plus répandu, surtout dans les montagnes où il se rencontre jusque dans la région du mélèze, souvent sous le nom d'érable blanc. C'est un des feuillus qui atteignent les plus hautes altitudes, et à ce titre il ap-

partient aussi bien au climat alpestre qu'au climat tempéré.

Arbre de première grandeur, de croissance rapide, il parvient à un âge très avancé.

Son bois, tenace et dur, est très recherché pour l'industrie, surtout du charronnage et du tour; il atteint un prix élevé.

Son couvert est épais et son feuillage fournit un fourrage abondant et une excellente litière.

L'érable *plane*, de moins grande taille que le *sycomore*, est loin de monter aux mêmes altitudes; rare dans les montagnes, il est plus abondant dans les coteaux, et affecte une prédilection marquée pour les terrains très frais, même humides.

Son bois est inférieur en qualité à celui du sycomore, sauf au point de vue du chauffage. Son feuillage est moins estimé tant comme fourrage que comme litière. Somme toute, cette espèce est beaucoup moins intéressante pour le reboisement que la précédente.

L'érable *champêtre* est un arbre de petite taille, plus répandu dans les taillis de coteaux que dans la montagne, où cependant on le rencontre surtout dans les haies et dans la région du pin sylvestre.

Les feuilles sont petites, peu abondantes; aussi son couvert est-il léger.

Il n'est pas difficile sur la nature du sol, mais sa croissance est lente. Son bois est utilisé pour la sculpture, la menuiserie et la lutherie. On en fait des manches de fouet tressés.

L'érable à feuilles d'*obier* possède les mêmes qualités que l'érable sycomore, mais est moins répandu en France où il ne se rencontre que dans les contrées du Sud et du Sud-Est, dans les montagnes de Provence.

L'érable de *Montpellier* habite exclusivement le midi de la France; ses dimensions sont faibles et sa croissance très lente; son principal intérêt réside dans la dureté et la ténacité de son bois, très recherché pour le tour et la menuiserie, et surtout dans sa facilité à végéter dans les sols les plus secs et les plus rocailleux.

Tous ces érables doivent être employés par voie de plantation. Ils méritent d'être utilisés le plus possible à l'état isolé, dans les massifs que l'on crée avec d'autres essences, suivant les divers cas spéciaux à chacune des différentes espèces.

On distingue deux espèces de tilleuls : le tilleul à *petites feuilles*, et celui à *grandes feuilles*, qui offrent d'ailleurs entre eux une grande analogie. L'enracinement en est pivotant et traçant à la fois. Le bois est blanchâtre, léger et ductile; on l'emploie en menuiserie, en ébénisterie, au tour et à la sculpture, mais il donne un très médiocre combustible. On utilise la substance filamenteuse de son liber pour la confection de gros tamis, de toiles d'emballage et de cordes. Son couvert est épais, mais il se dégarnit de très bonne heure. Son feuillage fournit un excellent fourrage pour le bétail. Sa fleur est très utilisée comme boisson calmante.

Il recherche les terrains profonds et meubles, mais végète même dans les sols secs, calcaires ou autres.

Bien que peu sensible au froid, il s'étend plus en latitude qu'il ne s'élève en altitude, et, dans les montagnes des Alpes, il ne dépasse guère 1,500 mètres au-dessus de la mer.

Deux espèces principales de sorbiers sont à signaler : le sorbier *domestique* et le sorbier des *oiseleurs*.

Le sorbier *domestique* est assez rare dans les forêts; il est répandu dans toute la France, mais dans la montagne il n'atteint pas des altitudes supérieures à celles du chêne, au-dessus desquelles il fait place au sorbier des *oiseleurs*. Il lui faut donc un climat relativement doux; son bois, très dense et très compact, est essentiellement un bois de travail; on le recherche pour toutes les industries qui réclament l'emploi de bois dur; aussi est-il généralement d'un prix élevé.

Son couvert est plutôt léger qu'épais et sa racine essentiellement pivotante; il n'atteint que de faibles dimensions en hauteur; il est plutôt un arbre de taillis que de futaie.

Le sorbier des *oiseleurs* préfère les climats froids; on le ren-

contre encore dans la région du mélèze, où il est assez répandu. C'est même un des feuillus qui atteignent dans les Alpes les plus hautes altitudes, car il dépasse de beaucoup la limite de l'érable sycomore ; il appartient donc à deux régions climatériques. Son bois, d'un moins haut prix que celui du sorbier domestique, est cependant employé à presque tous les mêmes usages.

Il est indifférent aux diverses natures de sol, préfère les terrains frais et profonds, mais est rebelle aux terrains très humides.

Dans les montagnes on ne rencontre que l'alisier *blanc*, qui, dans les plaines et les coteaux, fait place à l'alisier *torminal*. Aussi ne signalons-nous ici que le premier.

L'alisier *blanc* est un arbre de petite taille et à croissance lente ; indifférent à tous les sols, il accepte très bien les calcaires les plus rocheux, et n'est rebelle qu'aux terrains argileux et humides.

Bien que d'un feuillage léger, il supporte facilement le couvert.

On le rencontre dans les montagnes à d'assez grandes altitudes ; il manifeste, quoique à un moindre degré, toutes les préférences du sorbier des oiseleurs. Son bois est employé aux mêmes usages que celui de cette essence.

Le cerisier-merisier est un arbre de moyenne grandeur, très répandu dans les forêts ; il préfère les contrées accidentées et s'élève jusqu'à la limite supérieure du hêtre. Ses racines sont fortes et obliques, sa croissance est rapide jusque vers quarante ans, et il végète indifféremment dans toutes les natures de sol, notamment dans le calcaire ; mais il redoute l'humidité et réussit très bien dans un sol graveleux et sec, sauf dans les terrains sablonneux. Son bois, excellent pour le chauffage, est recherché pour la menuiserie, l'ébénisterie et la lutherie. C'est avec le noyau de son fruit qu'on obtient, par la distillation, le *kirsch* si renommé des Vosges.

Le bouleau se partage en deux espèces principales : le bouleau *blanc* et le bouleau *pubescent*. L'aire d'habitation du premier est moins développée que celle du second et se limite à celle du pin sylvestre, tandis que le bouleau pubescent remonte dans le nord de l'Europe jusque vers les limites de la végétation forestière et atteint d'assez grandes altitudes sur les montagnes.

Les exigences et les qualités de ces deux espèces offrent une grande analogie ; elles se distinguent donc surtout par la préférence de leur station climatérique.

Le bouleau recherche les sols sablonneux et frais ; c'est ainsi que dans les Alpes, où les terrains purement calcaires sont dominants, cette essence est rare et ne se rencontre que dans les versants à sol formé par les détritus des grès et le long des ravins ou des cours d'eau.

Son bois fait un assez bon chauffage et sert à la menuiserie, au tour et au charronnage. On tire du bouleau de nombreux produits accessoires, soit de son écorce, soit de sa sève, ou même de ses branches. Son feuillage est léger, bien qu'abondant.

Les exigences de cette essence, au point de vue de la nature du sol, restreignent considérablement son emploi, même à titre d'essence isolée, dans les reboisements, et le subordonnent à certains cas tout spéciaux que nous examinerons.

Originaire de l'Amérique du Nord, le robinier est aujourd'hui naturalisé en France ; mais, à l'encontre des autres essences, il est incapable de se reproduire par lui-même.

Il est indifférent à la nature du sol, tout en préférant les terrains légèrement frais ; son bois, nerveux et dense, susceptible d'une longue durée, est excellent pour le charronnage et tous les emplois tels que tuteurs et échalas. On l'utilise pour la confection des chevilles de bordage dans les navires en bois, mais après les avoir comprimées jusqu'à réduction de moitié de leur diamètre. Dans ces conditions, ces che-

villes sont susceptibles d'une durée et d'une solidité à toute épreuve.

La croissance du robinier est très rapide dans les premières années et peut être utilisée dans les reboisements, soit pour en faire un premier abri aux essences du massif définitif, soit pour fixer des terrains instables ou des talus dénudés. Son aire d'habitation dépasse celle du chêne, et on peut l'employer en montagne jusqu'à 1,500 mètres aux bonnes expositions.

Le seul aune intéressant de cette région climatérique est l'aune *blanc,* très commun dans les forêts et sur le bord des ruisseaux en montagne, où il s'élève à une très grande altitude, pour pénétrer jusque dans la région alpestre au milieu des mélèzes, mais à l'état d'arbrisseau.

Les qualités de son bois sont surtout d'être très apte aux travaux hydrauliques; on l'emploie en charpente, mais à couvert, car, aux alternatives de sécheresse et d'humidité, il pourrit rapidement; il sert aussi à la menuiserie et à la boissellerie.

Ses racines traçantes et très ramifiées drageonnent considérablement et, par leur entrelacement, soutiennent et raffermissent les rives des cours d'eau que cette essence affectionne, sans cependant s'y confiner; il végète parfaitement dans tous les sols et dans tous les divers climats de la région moyenne, voire même alpestre, mais il lui faut au moins un peu de fraîcheur constante, et il est rebelle aux sols compacts, pierreux ou rocheux.

Sa croissance rapide dans les premières années peut être utilisé dans certains cas pour fournir un premier abri à des essences plus précieuses.

Les quatre espèces principales de peupliers qu'on trouve en France sont : le peuplier *blanc* ou *ypréau,* le peuplier *noir,* le peuplier d'*Italie* et le *tremble.*

Les trois premiers affectionnent plus spécialement le bord des cours d'eau et sont remarquables par leur aptitude à se

propager par boutures. Le *tremble* est au contraire rebelle à ce mode de reproduction, mais beaucoup plus envahissant; il est répandu dans les forêts au point de devenir parfois gênant pour les peuplements.

Le peuplier *blanc* est le seul qui donne un bon bois qu'on recherche pour la layetterie et certaines parties de la menuiserie; très répandu dans les plaines et les coteaux, il ne dépasse pas dans les montagnes la station du chêne.

Le peuplier *noir* et le peuplier d'*Italie* supportent des climats plus rigoureux et peuvent végéter dans les Alpes jusqu'à 1,500 mètres d'altitude.

Enfin le *tremble* offre, dans son aire d'habitation, une complète analogie avec l'aune blanc et se rencontre par bouquets dans la région du mélèze.

Ces peupliers n'offrent d'utilité dans le reboisement que sur les bords des ruisseaux, dans les fonds de ravin et dans les éboulements, partout enfin où règne une certaine humidité; ils sont là les compagnons des aunes et des saules.

On peut les remplacer avantageusement, dans les reboisements, par certains peupliers exotiques, tels que le peuplier du *Canada*, de *Virginie*, de l'*Ontario*, de *Lindley*, qui manifestent généralement une végétation remarquable et fournissent un bois apprécié en tant que bois blanc et léger.

On compte un grand nombre d'espèces de saules, de tailles bien diverses. Au point de vue du reboisement, certains saules offrent des ressources précieuses pour la fixation de la végétation dans le fond des ravins et le soutien de leurs berges. Leur aptitude remarquable à pousser par boutures en rend l'emploi facile et économique.

On peut les utiliser dans les reboisements, soit pour en obtenir des arbres, soit pour en faire des fascinages ou des clayonnages.

Pour les arbres, les meilleures espèces sont le saule *blanc*, le saule *marceau* et le saule à *grandes feuilles*.

Le saule *blanc* manifeste à peu près les mêmes exigences et les mêmes qualités que le peuplier *blanc,* et atteint la dimension d'un arbre de moyenne grandeur.Il fournit un bon bois et des osiers de première qualité.

Le saule *marceau* est très répandu dans les forêts de la région moyenne, mais très rare dans le sud-est de la France; dans les Alpes, il est remplacé par le saule à *larges feuilles,* qui pénètre même très avant dans la région alpestre du mélèze, et atteint d'assez fortes dimensions.

Pour les fascinages et les clayonnages on emploie de préférence les petits saules, flexibles, à feuilles étroites et lancéolées, végétant à l'état d'arbustes ou d'arbrisseaux, tels que le saule *pourpre*, le saule *drapé* et le saule *daphné*, qui, du reste, n'exigent pas une grande humidité et végètent convenablement dans des sols d'une fraîcheur ordinaire.

Dans la nomenclature que nous venons de faire pour la région moyenne, nous avons omis avec intention, parmi les essences principales, le *charme*, qui forme souvent la majorité du peuplement de bon nombre de forêts dans l'Est et le Nord. Mais cette essence, si précieuse pour le chauffage, ne se rencontre ni dans l'Ouest ni dans le Midi et dans les contrées où le reboisement est le plus nécessaire on ne la trouve nulle part, même sur les montagnes des Alpes, dans des conditions climatériques analogues à sa station préférée. Il y a donc présomption qu'elle serait difficile à introduire en dehors de ses limites; de plus, son couvert est épais, son jeune plant est très pivotant et dès lors d'une reprise difficile; le semis réclame, comme le hêtre et le sapin, un abri préalable et de longue durée; tous ces motifs suffisent pour écarter le charme des essences à adopter dans le reboisement des terrains nus.

Le *cèdre* est une essence qu'on rencontre par grands massifs, dans les montagnes de l'Algérie présentant des conditions climatériques quelque peu analogues à celles des contreforts des Alpes de Provence. Aussi, dans le début des travaux de

reboisement, l'attention a été attirée vers cette essence sur laquelle on avait fondé des espérances qui ont été loin de se réaliser entièrement. Ce n'est pas à dire que l'emploi du *cèdre* doive être proscrit, nous pensons au contraire que, dans certains cas spéciaux, on peut utiliser l'un de ses principaux avantages, qui réside dans l'épaisseur de son couvert.

Son aire d'habitation est à peu près celle des pins sylvestre et d'Autriche, avec lesquels il peut être avantageusement mélangé dans le but de fournir au sol une fraîcheur que ces deux autres essences sont incapables de lui procurer. Le cèdre présente donc un certain intérêt au reboiseur, mais, comme le sapin et le hêtre, il est préférable de ne l'introduire que sous le couvert ou au moins à l'abri d'une végétation préexistante.

Parmi les nombreux arbrisseaux et arbustes que renferme cette région, certains fournissent un utile concours à l'œuvre du reboisement, tant au point de vue de la fixation préalable du sol qu'à celui d'un premier abri pour les jeunes plants des grandes essences. Le but de leur emploi suffit à lui seul pour indiquer que la plantation doit être préférée au semis, auquel on peut d'autant plus renoncer que leurs graines demandent pour la plupart dix-huit mois de mise en terre pour lever.

Nous nous bornons ici à donner leur nomenclature, sauf à indiquer plus tard les différents modes de leur emploi :

Le *coudrier-noisetier*, les *cornouillers*, l'*aubépine*, l'*amélanchier*, le *cerisier mahaleb*, le *genévrier sabine*, le *cytise des Alpes*, l'*églantier*, le *buis*, l'*argousier* (*hippophaë*), la *bugrane arbrisseau* et les *genêts* forment les principales de ces essences si utiles.

On peut y ajouter l'*érable negundo* et l'*ailante glanduleux*, mais seulement dans les parties les moins froides de la région.

3° *Région froide ou alpestre.* — En parcourant de bas en haut la région froide ou alpestre, on rencontre encore des massifs de hêtres et de sapins, puis le pin à crochets, l'épicéa et le mélèze, selon les cas.

Le pin à crochets se trouve surtout dans les Alpes et dans les Pyrénées, où il se présente en massifs parfois assez importants; son bois, d'excellente qualité, peut être employé pour les constructions. Cette essence est des plus précieuses pour le reboisement de certains hauts versants de la région froide qui présenteraient des conditions de sol et d'exposition défavorables à l'épicéa ou au mélèze. Les jeunes plants sont robustes et pourvus d'un chevelu qui facilite leur reprise.

Le pin à crochets est beaucoup moins en butte que le pin sylvestre et d'Autriche aux dégâts occasionnés par les neiges abondantes, par suite du port de ses branches qui affectent la forme de branches de candélabre que présente, à un plus haut degré encore, le pin cembro.

Cette essence mérite d'être répandue dans les hautes montagnes où elle est appelée à rendre les plus grands services et à remplacer même, dans maint endroit élevé, les pins sylvestres rabougris qui s'y aventurent.

L'épicéa forme, avec le mélèze, la majeure partie des grands massifs qu'on rencontre dans cette région; plus robuste que le sapin contre les grands froids, il atteint des altitudes bien plus élevées et s'accroche aux pentes les plus raides dans les intervalles des rochers.

Les qualités de son bois sont assez connues pour qu'il soit inutile d'y insister. Au point de vue du reboisement, l'épicéa ne présente pas les ressources que son développement dans les Alpes aurait pu faire espérer. Sans être aussi difficile à réussir que le sapin sur les montagnes dénudées, il est cependant sensible dans les premières années aux influences atmosphériques et réclame du sol une certaine fraîcheur que l'on rencontre difficilement dans les versants privés d'abris végétaux. D'autre part, il affectionne plus particulièrement les expositions nord, qui sont les moins fréquentes dans les terrains à reboiser.

Ces diverses exigences en restreignent forcément l'emploi,

qui ne pourra se faire utilement, sur une large échelle, que sous le couvert d'une végétation préalable.

L'épicéa forme avec le mélèze un mélange très heureux la plupart du temps, car, par son couvert épais, il fournit au sol une fraîcheur que ce dernier est incapable de lui procurer seul.

Le mélèze, confiné dans certaines régions montagneuses, ne se trouve en France, par grands massifs, que dans les Alpes de la Provence, du Dauphiné et de la Savoie. En Suisse, on ne le rencontre que dans le haut Valais et dans les Grisons.

Cette essence, précieuse à tous titres, est la base du reboisement aux grandes altitudes. Elle végète dans ses conditions normales dès 1,000 à 1,200 mètres d'altitude, accepte toutes les natures de sol et monte jusqu'à 2,500 mètres. Dès sa jeunesse, le mélèze résiste admirablement aux influences atmosphériques les plus rudes et ne réclame aucun abri. Véritable arbre de lumière, il demande à ne pas demeurer en massif serré; son couvert léger, dû à ses branches menues, courtes et peu abondantes, suffit pour abriter la végétation herbacée qui se développe autour de lui avec d'autant plus de vigueur que la chute annuelle de toutes ses feuilles fournit au sol des éléments précieux de fertilité. Le mélèze possède la faculté remarquable de produire facilement, sur une écorce déjà assez vieille, des bourgeons adventifs qui forment de nouvelles branches lorsque les premières ont été coupées; on dit communément alors qu'il repique sur le vieux bois. Il n'est pas rare de rencontrer des mélèzes déjà âgés, ayant de 25 à 30 mètres de hauteur et présentant la forme d'une grande colonne de verdure surmontée d'un petit panache. Ce sont des arbres qui ont été élagués presque jusqu'à la cime, et sur lesquels de nouvelles branches se sont produites au même moment, ont la même longueur et forment ainsi une colonne régulière de verdure. Cette faculté est très précieuse pour les jeunes brins qui viendraient à être, sinon recepés, du moins coupés assez près de terre; pourvu qu'il reste quelques bran-

ches, le sujet, une fois mis à l'abri de nouveaux accidents, ne tarde pas à se refaire une tête et à végéter vigoureusement.

Il est facile de constater fréquemment ce fait. Dans les prairies voisines de forêts de mélèzes, on rencontre en effet des brins qui, pendant un nombre d'années considérable, ont été fauchés avec les herbes; qu'on les mette à l'abri de la faux pendant deux années au plus, ils s'élancent rapidement et dépassent de plus d'un mètre les herbes environnantes.

Pendant les trois premières années, les jeunes mélèzes de semis s'élèvent peu; leur végétation est très lente.

Cette lenteur est même plus marquée encore chez les sujets plantés, qui, généralement, présentent un aspect peu encourageant pour qui n'y est pas habitué; mais, dès la quatrième année, la végétation prend un essor rapide et il n'est pas rare de rencontrer des mélèzes de cinq à six ans qui, dans des conditions de sol ordinaires, fournissent en une même année une pousse de 1 mètre.

Cette rapidité dans la croissance pendant les jeunes années, très caractéristique et qu'on constate dans tous les peuplements où le mélèze se trouve mélangé avec d'autres résineux, jointe à la propriété qu'il possède de végéter de 1,000 à 2,500 mètres au moins d'altitude, en fait l'essence la plus précieuse pour le reboisement dans les hautes montagnes des Alpes, d'autant plus que le semis et la plantation lui conviennent également suivant les cas; on a donc tout intérêt à le propager le plus possible, car, outre ces propriétés si favorables, il fournit un bois d'une qualité telle qu'il porte à juste titre le nom de *chêne de la montagne*. Mais les qualités si remarquables de son bois ne persistent que dans son aire d'habitation; il lui faut le climat sec, les forts et constants coups de soleil de l'été sur les hautes montagnes, le froid sec de l'hiver; transplanté dans la plaine ou dans les montagnes à climat humide et à ciel souvent couvert, il perd la plupart de ses qualités remarquables; sa végétation, toujours vigoureuse dans les premières années, ne tarde pas à se ralentir; il languit rapidement et ne

peut arriver au grand âge que son vrai climat seul peut lui permettre d'atteindre.

Certaines essences secondaires de la région moyenne peuvent supporter le climat de la région alpestre et sont susceptibles d'y fournir un concours utile au reboisement. Ce sont, parmi les arbres : le *frêne*, le *bouleau* dans son terrain, le *sorbier des oiseleurs*, l'*érable sycomore*, les *saules marceau, pourpre* et *drapé;* et, parmi les arbrisseaux et arbustes : l'*aubépine*, le *cytise* et l'*argousier*.

Parmi les arbrisseaux et arbustes de la région alpestre, on ne peut guère utiliser que deux essences : le *prunier de Briançon* et l'*épine-vinette*.

Le *prunier de Briançon* est un arbrisseau qui ne dépasse pas généralement 5 mètres de hauteur, qu'on rencontre dans les hautes vallées des Alpes françaises; il végète indifféremment dans tous les sols, même dans les marnes noires du lias, où il est très abondant aux environs de Barcelonnette (Basses-Alpes).

L'*épine-vinette*, arbrisseau beaucoup plus petit (de 1 à 2 mètres), présente la même faculté que le prunier de Briançon, de croître sur les sols secs et escarpés. Aussi ces deux essences sont-elles employées avec le plus grand succès pour la fixation des sols à surface instable et la création d'abris sur les terrains trop arides pour recevoir d'emblée les essences forestières qui doivent les recouvrir plus tard. Ces deux essences ne sont employées que par voie de plantation.

4° *Région alpine ou très froide.* — Le pin *cembro* est le dernier représentant de la végétation forestière qu'on rencontre en montant vers le sommet des hautes montagnes; comme le mélèze, c'est un arbre essentiellement alpestre et n'habitant exclusivement que les climats secs; c'est ainsi qu'on ne le rencontre guère en Suisse que dans la haute Engadine (Grisons) et, en France, que dans les Alpes de la haute Provence et d'une partie seulement du Dauphiné (le Briançonnais).

Il représente dans la flore forestière européenne le seul pin indigène à cinq feuilles. Doué du tempérament le plus robuste, il supporte vaillamment les plus rudes climats de sa station élevée, qui atteint jusqu'à 3,000 mètres dans les Alpes françaises. Ses branches, disposées en forme de candélabre, serrées contre le tronc, ne donnent qu'une faible prise aux vents les plus violents et bravent le poids de la neige et du givre. Aussi le rencontre-t-on jusque sur des crêtes rocheuses exposées à tous les vents les plus terribles, accroché pour ainsi dire aux anfractuosités des rochers. Il vit généralement en compagnie des rhododendrons, de l'aune vert et des derniers représentants de la végétation ligneuse aux grandes altitudes. Dans de pareilles conditions, sa croissance est très lente et il n'atteint pas de bien grandes dimensions; son bois est surtout propre au travail de la sculpture.

Cette essence ne tarderait certainement pas à disparaître si ses précieuses qualités ne la faisaient rechercher pour le reboisement des grandes altitudes.

Le semis du pin cembro réussit très bien quand il est exécuté dans des conditions convenables de premier abri contre le déchaussement.

Il supporte également bien la plantation et fournit, par ce mode, des résultats très remarquables.

Pouvant descendre et végéter dans de bonnes conditions à 1,500 mètres d'altitude, on le mélange avantageusement au mélèze, de 1,500 mètres à 2,500 mètres; mais, plus haut, il devient l'unique ressource du reboiseur.

En deux campagnes, on en a employé près de 20,000 kilogrammes de graines dans les Basses-Alpes, avec un succès qui s'accentue tous les ans et promet pour l'avenir un développement considérable dans la propagation de cette essence.

CHAPITRE IX

MESURES ET TRAVAUX PRÉPARATOIRES

MISE EN DÉFENDS. — Son effet dans les différentes régions. — Dans les terrains instables. — PRÉPARATION DU SOL. — But de la préparation du sol. — Sécheresse du sol. Moyen de la combattre. — Du gel et du dégel. — Causes du soulèvement. — Modes de culture du sol. — Labour en plein. — Labour par bandes alternes. — Culture à bras d'homme. — Outil préférable. — Bandes alternes. — Bandes brisées. — Époques à préférer pour la préparation du sol. — Marnes liasiques.

Le choix des essences à préférer ayant été définitivement arrêté, leur introduction sur les terrains à reboiser devra nécessairement s'opérer soit par la voie du *semis*, soit au moyen de la *plantation*.

Mais avant de procéder à l'une quelconque de ces opérations, il faudra le plus souvent, pour ne pas dire toujours, faire subir au sol une préparation plus ou moins complexe destinée à le mettre en état de recevoir et d'entretenir, dans les meilleures conditions de végétation possibles, les jeunes sujets appelés à le recouvrir plus tard.

De là une série de travaux préparatoires que nous allons passer en revue avant d'aborder l'exécution des semis et des plantations.

Mise en Défends. — La mise en défends d'un terrain à reboiser est une mesure indispensable qui est appelée à produire deux effets également précieux et plus ou moins rapides suivant les cas. Le premier consiste dans le raffermissement de

la superficie du sol précédemment déchirée et désagrégée par le piétinement, et le second, dans la recrudescence et l'extension d'une végétation herbacée ou autre, antérieurement livrée à la dent des bestiaux.

Le raffermissement de la superficie du sol se produit rapidement, à toutes les altitudes et dans tous les climats, sur les versants, soit recouverts de terre végétale plus ou moins épaisse ou mêlée de pierres, soit même à sous-sol mis à nu. Les différences dans l'intensité de l'effet produit ne dépendent dès lors que de la déclivité du sol.

Mais il n'en est pas de même en ce qui concerne l'expansion de la végétation spontanée.

Dans les climats chauds et tempérés qu'on rencontre dans les régions montagneuses, mais toujours à leur base et par conséquent à l'extrémité inférieure des vallées, les effets de la mise en défends sont parfois très rapides et l'on constate souvent qu'en deux ou trois années des terrains presque entièrement dénudés se sont recouverts d'une végétation herbacée qui ne tarde pas à se mélanger d'arbustes de toutes sortes, spéciaux aux climats ou aux différentes natures du sol. Les reboisements opérés dans les Alpes-Maritimes ont fourni à ce sujet des observations fort intéressantes et très concluantes.

Si l'on remonte davantage vers les hauteurs, mais sans dépasser une altitude de 1,000 à 1,200 mètres, c'est-à-dire le climat du chêne dans les Alpes, on constate encore des effets d'une importance réelle, mais cependant moins prompts et surtout moins complets que dans les régions inférieures, toutes circonstances égales d'ailleurs en ce qui concerne la composition minéralogique et l'état physique du sol.

Il est loin d'en être ainsi aux grandes altitudes, sur les vastes versants où les torrents les plus violents ont pris naissance et se développent dans leur activité la plus désastreuse. Dans ces régions désolées, la ruine de la montagne est parfois tellement avancée, la dénudation est si complète, le climat se montre si rude, que les seuls efforts de la nature réclameraient des pé-

riodes de mise en défends d'une longueur excessive, pour aboutir, somme toute, à des résultats presque insignifiants.

Nous avons pu faire et répéter maintes fois cette observation dans les hautes montagnes des Basses-Alpes, où les éléments d'étude les plus favorables se trouvaient répartis sur de nombreux points. En parcourant des versants d'une altitude de 1,600 à 2,000 mètres, et dont certains, soumis au régime forestier, étaient mis en défends depuis plus de *trente* ans, nous avons constamment constaté ce qui suit, quelle que soit du reste la nature minéralogique du sol :

1° La surface du terrain, n'étant plus sujette au piétinement, s'est raffermie ;

2° Avant la mise en défends, le sol était sillonné par un inextricable réseau de petits sentiers dénudés et sensiblement horizontaux, formés par le passage des troupeaux et découpant les gazons dont les traces n'existaient plus qu'à l'état rudimentaire. Aujourd'hui ces gazons ne présentent plus l'aspect malingre d'autrefois ; ils sont bien verts, végètent librement et sont intrinsèquement aussi beaux qu'on pourrait le désirer, mais ils se s'étendent pas, ils ne se propagent pas, et les traces des petits sentiers continuent à présenter un sol absolument privé de toute végétation. Quant à la végétation ligneuse, elle est très rare et représentée seulement par quelques groseilliers, cytises à feuilles sessiles, amélanchiers, etc., tous anciens sujets, jadis abroutis, et ayant aujourd'hui repris un certain développement.

Un pareil résultat, si contraire à l'opinion indistinctement admise pour toutes les montagnes et à l'espoir tant de fois formulé dans bien des documents relatifs à la régénération des montagnes, s'explique facilement par les phénomènes météorologiques qui se manifestent sur les hauts versants. Les neiges, en effet, disparaissent bien plus rapidement sur les sols déboisés que sur les sols couverts. C'est ce qui explique en partie pourquoi l'on a défriché et détruit les forêts plutôt aux expositions chaudes qu'à celles du nord, qui, seules, présen-

tent aujourd'hui un état à peu près boisé, mais n'offrent pas en revanche des herbages aussi recherchés que ceux des autres expositions; on a toujours cherché à agrandir les pâturages jugés les meilleurs, et à en jouir chaque année, au plus tôt et le plus longtemps possible, en permettant à la neige de disparaître plus rapidement et en diminuant ainsi la durée de la stabulation des troupeaux. La fonte des neiges est donc accélérée à la fois par l'état de déboisement du sol et l'exposition des versants; aussi, dès les premiers jours du printemps, le terrain commence-t-il à perdre son abri tutélaire. Alors, à ces hauteurs et sous l'influence d'un ciel presque constamment pur, survient la série, non interrompue souvent pendant deux ou trois mois, des alternatives du gel et du dégel, qui soulèvent le sol nu et détruisent ainsi la faible végétation spontanée que commençaient à produire les graines fournies par les plantes voisines des vides.

On peut donc conclure de ces observations que *plus l'altitude d'un lieu à reboiser augmente, toutes autres circonstances étant égales d'ailleurs, plus s'impose la nécessité de l'intervention de l'homme pour seconder, développer et hâter les efforts de la nature.*

Nous n'avons parlé jusqu'ici que des versants dont le sol est relativement stable, mais en ce qui concerne les terrains croulants, glissants, profondément ravinés, ou enfin ceux absolument privés d'une végétation quelconque, tels que les terres noires du lias, la mise en défends devient une pure chimère et il n'y a que le seul travail de l'homme qui puisse arriver à y introduire et à y maintenir la végétation appelée à les protéger et à les fixer.

Nous savons bien que l'on rencontre d'anciens torrents complètement inoffensifs aujourd'hui, grâce à la forêt qui embrasse leurs bassins tout entiers et qui n'existe que par les efforts de la nature.

Mais sait-on ce qu'il a fallu de temps pour que ce résultat fût atteint? Possède-t-on la moindre base pour le calculer?

D'autre part, s'est-on rendu compte des transformations qu'a subies le torrent avant son extinction et des effets qu'il a produits pendant toute cette période dans les vallées? L'observation d'un torrent quelconque, en activité aujourd'hui, peut en donner la mesure et l'on peut constater, en l'étudiant de très près, que tous les terrains affouillables existant dans son bassin de réception seraient certainement entraînés dans les vallées inférieures pendant l'espace énorme de temps qu'il faudrait à la végétation naturelle pour s'y implanter; de sorte que la forêt, ainsi produite, ne ferait plus que maintenir une extinction qu'elle n'aurait pas provoquée, mais qui aurait été due surtout à l'épuisement momentané des sources de matériaux où s'approvisionnait le torrent. Cela posé, si l'on considère que dans les terrains jurassiques, où les torrents se développent avec le plus d'intensité, on rencontre le plus souvent des couches de marnes calloviennes qui atteignent des épaisseurs de plusieurs centaines de mètres (il y en a de 1,200 mètres) et représentent des terrains absolument affouillables, on peut concevoir quelles seraient les transformations que subiraient les torrents livrés aux seuls efforts de la nature et quels épouvantables bouleversements elles apporteraient dans les vallées inférieures!

Recepages et Marcottages. — Dans bien des terrains appelés à être reboisés se rencontrent des vestiges de végétaux ligneux appartenant soit aux arbustes, soit aux arbrisseaux réduits par les dents des bestiaux à l'état de buissons informes.

Il est du plus haut intérêt d'opérer dès le début un recepage complet de tous ces sujets, afin de leur procurer un développement qui ne tardera pas à singulièrement aider l'introduction des grandes essences forestières.

Le mode le plus avantageux et en même temps le plus facile d'opérer les recepages consiste à couper entre deux terres tous les brins de la souche au moyen d'une pioche à

taillant bien affilé; on obtient ainsi une production de rejets plus abondants et plus vigoureux que si l'on s'était contenté de couper, à la serpe ou à la hache, les brins au-dessus du collet de la racine, et l'opération, beaucoup moins chère, est bien plus rapidement exécutée.

Les nouvelles cépées ainsi obtenues présentent le plus souvent un très grand nombre de rejets élancés qui fournissent un abri bien précieux au sol immédiatement environnant; l'herbe ne tarde pas à pousser vigoureusement et chaque buisson, devenant une sorte de petite oasis de verdure au milieu du désert de la montagne, fournit aux grandes essences un asile où elles peuvent se développer à l'aise, grâce à l'humus retenu au pied de la cépée et à l'abri procuré par les rejets contre les influences atmosphériques.

Mais là ne s'arrête pas l'heureux effet de ces recepages, car ils permettent encore d'augmenter considérablement, à peu de frais et rapidement, la végétation arbustante spontanée. Les rejets, en effet, dans chaque cépée, sont généralement nombreux et longs, droits et flexibles. Rien de plus facile dès lors que de les coucher en rayons disposés tout autour de la cépée et de couvrir ainsi une surface importante par une sorte de marcottage qui n'exigera pas même ultérieurement pour chaque marcotte son sevrage, c'est-à-dire sa séparation d'avec la souche mère.

Certaines essences sont des plus précieuses à cet égard, l'*églantier,* par exemple. Bien souvent les rejets d'un an arrivent à une hauteur variant de $1^{m},50$ à 2 mètres. En admettant par exemple que la cépée mère occupait un cercle présentant 60 centimètres de diamètre, soit une surface de 27 décimètres carrés, on obtiendrait, après le marcottage de brins de 2 mètres, une surface circulaire ayant $4^{m},60$ de diamètre et une contenance de $17^{m},28$, soit soixante-quatre fois plus grande.

A cet avantage, déjà précieux, il convient d'ajouter que le succès de l'opération est toujours certain, que dès les pre-

mières années la végétation est des plus vigoureuses, et que l'exécution est des plus faciles. Il suffit en effet d'ouvrir, pour chaque brin, une rigole de 15 à 20 centimètres de profondeur, de l'y coucher avec toutes ses branches, puis de les recouvrir de terre sur laquelle on tasse avec le pied quelques mottes de gazon si possible, et à défaut quelques pierres; l'extrémité seule du rejet demeure à la lumière. Les parties ainsi enterrées ne tardent pas à projeter des racines qui enserrent le sol dans un réseau inextricable et le consolident en peu de temps.

Enherbement. — Dans bien des pentes plus ou moins relevées, la superficie du sol n'est ni assez ferme ni assez stable pour que les essences forestières qu'on y aurait introduites puissent y demeurer sans dangers. Ces jeunes plants, en effet, ne prennent pas un développement bien rapide dans les premières années, et ne peuvent par eux-mêmes fournir au sol un abri suffisant contre l'entraînement par les eaux, d'autant plus qu'ils sont forcément espacés entre eux. Dans ces conditions, le sol friable qui les entoure venant à disparaître peu à peu, ces jeunes plants ne tardent pas à être déchaussés au point que leur existence en soit compromise. On ne peut pas toujours parer à pareil inconvénient en disposant des pierres bien calées en talus au pied de chacun des plants ou à l'extrémité inférieure des trous ou bandes, car le plus souvent, dans ces sortes de terrains, la pierre fait absolument défaut. En pareil cas, il faut donc chercher à maintenir la surface du sol, pendant les premières années au moins, de manière à donner aux essences forestières le temps de se développer et de fournir à leur tour un abri définitif et complet.

L'emploi de certaines graines fourragères, à tempérament robuste, à végétation vigoureuse et rapide, atteint parfaitement le but qu'on se propose, et constitue l'opération que l'on est convenu d'appeler *enherbement,* pour le distinguer du *gazonnement,* qui répond à un ordre d'idées tout différent.

Afin d'éviter des répétitions, nous nous réservons de développer toutes les questions de détail qui se rattachent à l'*enherbement* quand nous traiterons spécialement du *gazonnement*. Pour le moment, nous nous contenterons de bien préciser que l'*enherbement* n'a d'autre but que de fournir aux essences forestières, pendant les premières années de leur introduction, des abris multiples appelés à les protéger contre les phénomènes météorologiques de toutes sortes qui peuvent compromettre leur développement et même leur existence.

De sorte qu'il peut, soit précéder les travaux de semis ou de plantation d'essences forestières, soit coïncider avec eux.

En ce qui concerne le premier cas, nous verrons à l'article du gazonnement en quoi consistera l'opération. Dans le second cas, l'enherbement est si intimement lié avec les autres travaux, qu'il ne nous paraît possible d'en parler avec détails qu'au moment où nous passerons en revue ces travaux eux-mêmes.

Préparation du Sol. — Certains sols destinés au reboisement sont généralement durcis par les influences atmosphériques, piétinement ou toute autre cause. Dans le cas donc où ils n'offrent pas aux jeunes plants qu'on veut y introduire un état d'ameublissement suffisant pour permettre à leurs racines délicates de fonctionner convenablement, il devient indispensable de le procurer artificiellement par une culture appropriée, dont l'importance dépend de plusieurs circonstances, telles que les influences atmosphériques, la nature du sol, sa déclivité et l'état de sa superficie.

Les racines fonctionnent par l'absorption des sucs nutritifs solubles produits par l'influence combinée de la chaleur, de l'humidité et de l'air atmosphérique; chez les végétaux forestiers elles se développent avec lenteur, et sont généralement peu abondantes dans les premières années. Il importe donc que, dès le début, les jeunes plants soient placés dans les conditions du meilleur fonctionnement de leurs organes nutritifs;

la chaleur étant, en majeure partie du moins, indépendante des soins de l'homme, il lui reste à assurer aux racines l'humidité et l'aération suffisantes; tel doit donc être le but de la préparation du sol.

On conçoit qu'ainsi posé, le problème soit susceptible de solutions multiples suivant la nature des sols et des climats où l'on opère. Mais, toutes circonstances égales d'ailleurs, avant d'entrer dans l'examen des différents cas généraux qu'on peut prévoir, il est essentiel d'établir, en ce qui concerne les climats, deux grandes catégories : d'une part, les climats où le sol ne gèle pas pendant l'hiver, et d'autre part, ceux où le sol gèle plus ou moins profondément.

Dans les climats de la première catégorie, le grand et le seul ennemi à combattre est la sécheresse de la saison chaude, tandis que dans ceux de la seconde, cet ennemi, parfois tout aussi redoutable, est doublé, pendant la saison rigoureuse et surtout pendant le printemps, par le gel et le dégel.

D'où il résulte déjà que par les seules influences atmosphériques le reboisement, dans les climats froids ou demi-tempérés, offre des difficultés plus grandes que dans les climats chauds ou doux. Nous verrons ultérieurement ces difficultés s'accentuer, quand nous traiterons des semis et plantations.

L'intensité de la dessiccation du sol de même nature ne croît pas en raison de la température du lieu, elle dépend surtout de la répartition des pluies dans les différentes saisons. Un climat peut être sec sans être pour cela chaud, tempéré ou froid; c'est à ce titre qu'on peut dire que le climat de la Provence est sec, et cela dans les quatre régions climatériques, tandis que celui du Dauphiné est plus humide, et celui des Vosges encore davantage. De là, pour une même nature du sol et à la même exposition, des écarts considérables dans la dessiccation.

Le défoncement profond du sol est l'unique moyen de combattre efficacement la sécheresse. L'ameublissement qu'il détermine, enlevant toute cohésion aux matières inorganiques

et autres qui forment la terre, permet à l'air de pénétrer et de demeurer dans tous les intervalles où il joue le rôle d'un écran protecteur contre l'air chaud du dehors, de la même façon que les doubles fenêtres, adoptées dans les habitations du Nord, garantissent contre le froid.

L'eau s'infiltre facilement dans un sol ainsi ameubli et ne peut s'évaporer aussi rapidement que dans les sols tassés où la liaison intime des matières terreuses permet un appel constant de l'humidité inférieure vers la surface desséchée. Il arrive souvent que cette surface se durcit par l'influence du soleil succédant à de fortes pluies, et forme une croûte qui vient suspendre momentanément le bon effet du défoncement; il devient alors indispensable de procéder à des binages destinés à rendre à cette surface son état d'ameublissement désirable, et à lui maintenir ainsi sa faculté d'absorber des rosées d'autant plus abondantes que les journées sont plus chaudes et le ciel plus pur, conditions ordinaires des climats secs.

Le défoncement profond du sol pour combattre la sécheresse n'a pas toujours été admis en culture forestière, et bon nombre de personnes, encore aujourd'hui, sont convaincues qu'il produit justement l'effet inverse, en permettant à l'air chaud de circuler jusqu'au fond du sol ameubli et d'enlever ainsi l'humidité qu'il peut contenir. Il suffit cependant de culbuter en plein été, au milieu des plus fortes sécheresses, une fourmilière ou une butte de terre meuble d'un certain volume pour constater que son intérieur recèle encore une humidité qu'on n'aurait pas soupçonnée.

Dans les reboisements que nous dirigions il y a plus de vingt ans, en Algérie, à Orléansville, un des climats les plus torrides de cette colonie, nous ne sommes arrivé, après de nombreux essais infructueux de toutes les méthodes connues, à des résultats certains qu'en défonçant profondément un terrain calcaire sec et rocailleux, soumis à des chaleurs qui atteignaient jusqu'à près de 70 degrés au soleil et 48 degrés à l'ombre, et à un climat où le plus souvent, du mois d'avril au

mois de décembre, les pluies, absolument absentes, étaient remplacées par les bouffées brûlantes du siroco. Dans les divers reboisements que nous avons fait exécuter depuis, dans les climats chauds en France, le défoncement des plus mauvais sols a produit les mêmes bons résultats. C'est donc sur une longue et constante expérience que nous pouvons nous baser pour poser en principe que le *défoncement préalable devra être d'autant plus la règle que le climat sera plus sec et le sol plus sujet à la dessiccation par sa nature ou son exposition.*

L'application de cette règle doit être généralisée dans les climats chauds, surtout dans les calcaires, qui déjà, par leur nature, retiennent bien moins l'humidité que les autres terrains; mais elle subira des restrictions d'autant plus prononcées qu'on opérera dans des climats plus humides ou du moins, sujets à des pl ies plus fréquentes. Néanmoins nous conseillons encore le défoncement à cause de la facilité qu'il procure aux plantes de développer rapidement un puissant enracinement.

Dans les climats moins doux et surtout les climats froids de montagne, les chances de dessiccation sont moins générales et n'affectent guère que les expositions chaudes, mais justement celles qui sont le plus en butte aux dangereux effets des alternatives de gel et de dégel. Aux expositions fraîches, les neiges, plus persistantes et plus continues, ne sont pas encore fondues que les autres expositions en sont déjà dégarnies. Le sol, humide alors, passe par des alternatives de gel et de dégel provoquées l'un par le rayonnement nocturne ou un coup de vent du nord, l'autre par l'influence solaire du jour ou un coup de vent du sud; et de ces alternatives il résulte qu'une fois les froids terminés, le sol paraît avoir été émietté, présente des surfaces bossuées, au-dessus desquelles les jeunes plants apparaissent presque entièrement déchaussés, ne tenant plus que par l'extrémité de leurs racines, et ne tardent pas à dépérir si l'on n'apporte à pareil dégât un remède qui presque toujours arrive trop tard, les plants ainsi soulevés présentant en effet

leurs organes souterrains aux influences du vent et du soleil qui en peu d'instants peuvent les dessécher. Il n'est pas rare de voir des semis ou des plantations de un an et de deux ans complètement soulevés ou perdus, si l'on n'a pas pris les précautions nécessaires pour les protéger. Il n'y a pas même que ces jeunes plants qui soient sujets au soulèvement, et nous avons vu souvent des boutures de saules, assez fortes, de 5 à 6 centimètres de tour, enfoncées en terre à plus de 40 centimètres, ayant poussé pendant un an ou deux, être non seulement soulevées, mais complètement projetées hors du sol.

Si l'on observe attentivement un terrain quelconque où se manifestent ces soulèvements, on ne tarde pas à constater qu'ils se produisent exclusivement dans les parties où la végétation, herbacée ou autre, n'est pas très drue; que leur intensité est proportionnelle à l'état de nudité du sol qui environne et soutient les jeunes plants, et qu'enfin les plants d'un certain âge ne sont plus sujets à être soulevés.

On peut aisément se rendre compte des causes qui produisent ces effets. Au moment où le sol nu est soumis au froid violent, l'eau qu'il renferme alors en abondance se change en glace et, par la force de sa dilatation, soulève hors de leur niveau ordinaire toutes les parties terreuses ainsi que les jeunes plants qu'elles entourent.

Si au froid succède une subite chaleur, la glace revient immédiatement à l'état d'eau qui retombe rapidement, entraînant avec elle les parties les plus lourdes des matières terreuses, tandis que les plus légères, ne pouvant suivre le mouvement, demeurent émiettées à la surface au-dessus de laquelle demeure seule la petite tigelle beaucoup plus légère encore, et dont les racines, soulevées par la dilatation de la glace, se trouvent subitement abandonnées par les matières terreuses qui l'entouraient jadis.

On comprend dès lors que ce phénomène soit surtout à redouter aux expositions chaudes, où la neige, fondant vite, laisse le sol sans abri contre les gelées de la nuit. Dans ces

expositions, tous les sols sont sujets au soulèvement, mais à un degré inégal, et les terrains légers doivent évidemment le subir beaucoup plus que les terrains compacts et lourds; enfin, parmi les sols légers, les calcaires sont plus maltraités à cet égard que les siliceux, qui sont composés de gravier d'une densité plus grande et retiennent moins d'eau dans leurs parties supérieures.

Que si, au contraire, l'on considère aux mêmes expositions un sol couvert de végétation arborescente ou même herbacée, on n'y observe aucun soulèvement; la superficie du terrain étant mise à l'abri du rayonnement nocturne gèle beaucoup moins facilement, mais surtout dégèle avec moins de rapidité, protégée qu'elle est aussi contre un échauffement trop brusque; les alternatives sont donc réduites en intensité et présentent des écarts très restreints. C'est ainsi qu'on peut s'expliquer pourquoi sur un terrain nu, sujet au soulèvement, une simple pierre un peu forte empêche cet effet désastreux de se produire dans ses environs immédiats.

Le défoncement d'un sol ainsi exposé, en lui procurant un ameublissement et une porosité plus développés, conditions très favorables pour combattre la sécheresse, pourrait sembler apporter avec lui, au point de vue du soulèvement, une somme de dangers qui détruiraient les avantages qu'on en attend. Mais les observations que nous venons de présenter indiquent elles-mêmes les moyens de parer à ces dangers, soit en provoquant aux environs immédiats des jeunes plants une végétation herbacée ou arbustante, soit en les entourant de pierres assez fortes et présentant une certaine surface. Nous reviendrons sur ce sujet en traitant des semis et plantations.

Le défoncement du sol étant admis en principe comme éminemment avantageux au développement de la végétation, il reste à examiner dans quelles limites on doit l'appliquer et quels sont les modes à préférer.

La création d'un bois devant être aussi économique que

possible, il est évident que la préparation du sol, qui généralement est un des facteurs les plus forts de la dépense, devra être restreinte à ses plus rigoureuses limites, et même que, dans certaines conditions avantageuses données, elle pourra se réduire à zéro.

Par *préparation du sol*, nous entendons exclusivement la culture à lui donner au moyen d'un *défoncement* préalable quelconque; cette définition est nécessaire, car il est un mode spécial de plantation dit *en butte,* très employé en Allemagne, et d'après lequel la préparation du sol s'opère d'une façon tout autre et sans aucune culture de la superficie, analogue à celle dont nous parlons ici [1].

La préparation du sol, ayant pour double but de lui donner l'ameublissement et surtout la fraîcheur qui lui font défaut, établit bien nettement les zones dans lesquelles ce travail préalable devra être opéré. Comprenant exclusivement les terrains dénudés et secs, ces zones posséderont naturellement leur maximum d'étendue dans la région méditerranéenne, diminueront d'importance dans la région moyenne, et deviendront une très rare exception dans la région alpestre, au point de devenir nulles dans la région alpine. *Leur importance ira donc en diminuant en raison de l'altitude plus grande du lieu.*

La végétation herbacée que peuvent renfermer les différents sols à reboiser fournit de son côté un excellent guide pour apprécier la nécessité d'un défoncement préalable.

Partout, en effet, où les herbes spontanées sèchent sur pied dès le mois de juillet, on peut être assuré que la préparation des sols nus est indispensable, tandis qu'elle devient superflue dans tous les terrains où les plantes herbacées se maintiennent en végétation jusqu'en août ou septembre, observation

1. — Manteuffel, *L'Art de Planter.* Traduit en français par Stumper; deuxième édition, revue par M. Gouet, *Inspecteur des Forêts.* — (I. Rothschild, éditeur, à Paris. Prix 2 fr. 50.)

Cette méthode, qui a pour base indispensable l'emploi du gazon, ne peut recevoir aucune application dans les montagnes à reboiser dans les climats secs où la plupart du temps le gazon fait absolument défaut.

du reste très concordante avec l'augmentation des altitudes où règne constamment une plus grande fraîcheur.

Au moment d'examiner les différents modes de culture du sol, il importe de bien préciser que : *partout où la préparation préalable du sol est nécessaire, elle doit être identiquement la même pour les semis et les plantations.* Ce principe ressort du but même de cette culture préalable.

On peut cultiver le sol soit en plein, soit en partie, à la charrue ou à bras d'homme.

La culture en plein ne peut être entreprise évidemment qu'à la charrue, sous peine d'entraîner des frais trop considérables; elle est avantageuse dans les sols assez profonds, peu ravinés et surtout à pentes douces; elle fait contribuer la surface entière aux bénéfices de l'ameublissement, et présente généralement une grande économie dans le prix de revient. Malheureusement elle n'est que d'une application des plus restreintes dans les reboisements en montagne.

Toutes circonstances égales d'ailleurs quant à la qualité du sol, si les pentes sont assez raides pour présenter un danger de ravinement superficiel dans le cas du labour en plein, on peut labourer par bandes alternes et horizontales; dans ce cas, la largeur des bandes cultivées ne devra jamais être inférieure à 1 mètre, et l'espace inculte pourra varier de 1 à 3 mètres au plus, suivant les essences qu'on emploiera; par ce moyen, toute chance de ravinement est écartée.

Ce mode de labour, par bandes alternes, est avantageux en ce qu'il permet de maintenir dans les intervalles incultes la végétation naturelle qui peut y exister et dont l'abri peut être d'un grand secours dans certains cas contre les vents et contre l'effet des eaux pluviales.

La dépense par hectare qu'entraînent ces divers labours dépend des charrues dont on dispose, de la nature du sol et de la profondeur qu'on veut donner. Mais, dans tous les cas, à surfaces cultivées égales par hectare, le labour sera toujours plus économique que le travail à la main, en admettant la même

profondeur, qui dépendra évidemment du climat local et de la nature du sol sur lequel on opère.

Dans la plupart des cas le labeur à la charrue ne peut être employé, car généralement les sols qu'on destine au reboisement sont rocailleux, à pentes plus ou moins fortes, et souvent peu profonds. On est donc obligé alors de préparer le sol à bras d'homme.

Les outils qu'on emploie généralement pour travailler la terre sont différents d'une contrée à l'autre : ce sont tantôt des houes pleines, des houes à deux dents, tantôt des bêches plates, des bêches fourchues, des sapes triangulaires, rectangulaires, larges ou étroites, enfin des pics ou des pioches.

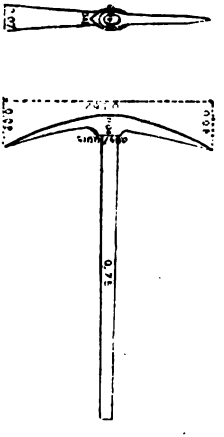


Fig. 56. — Pioche à pic.

Ces outils, adoptés dans les campagnes, appropriés aux besoins de la culture des champs, sont essentiellement agricoles; employés dans les pentes à reboiser, il arrive le plus souvent qu'ils ne sont plus en rapport avec les nécessités du lieu et que dès lors le travail utile est considérablement diminué; après bien des expériences, nous sommes arrivé à ne plus admettre dans nos chantiers qu'un seul et unique outil pour la préparation du sol; c'est la pioche à pic, à douille ovale, présentant d'un côté un taillant large de 7 centimètres, allant en se rétrécissant vers la douille, mais fortement renforcé, et de l'autre côté un fort pic; chaque extrémité de la pioche est bien aciérée; les deux branches, sensiblement égales, forment un arc de cercle dont la corde a 55 centimètres de longueur et la flèche 8 centimètres (fig. 56).

Cet outil emmanché pèse 4 kilogrammes.

Armé de cette pioche, un bon terrassier peut suffire à toutes les nécessités de la préparation du sol, voire même de la plan-

tation, et produit à la fin de sa journée la plus grande somme de travail utile; le poids de cet outil aide singulièrement, car il supprime les contre-coups qu'un outil plus léger ne manque pas de produire dans les bras de l'ouvrier, dont la plus grande peine se réduit à élever et diriger sa pioche, qui, en retombant, opère, par l'effet de son propre poids, un travail considérable sans grands efforts de la part de celui qui la manie.

Nous avons proscrit l'emploi de la pelle, qui, dans la préparation des trous ou des bandes, double la dépense sans aucune utilité réelle, car elle peut être suppléée par la pioche pour tous les creusements nécessaires, ainsi que nous l'exposerons plus loin.

L'outil étant donc choisi, passons à son emploi.

La dépense entraînée par la culture à bras d'homme étant élevée, il convient de diminuer autant que possible la surface cultivée par hectare et dès lors de ne plus préparer que des bandes ou des trous plus ou moins espacés, suivant les cas.

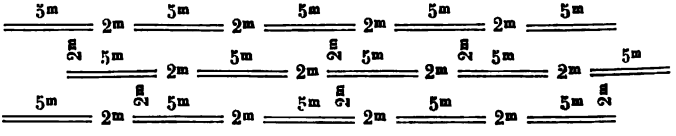
Les bandes alternes et horizontales semblent, au premier abord, plus séduisantes par suite de leur régularité apparente et de la certitude qu'elles donnent que toutes les eaux pluviales seront recueillies au bénéfice des jeunes sujets qu'on y aura introduits. Mais elles offrent par cela même un inconvénient, car il est impossible de les obtenir parfaitement horizontales à moins de frais supplémentaires et très superflus, et alors, vu leur continuité, il peut arriver que par un orage violent les eaux s'amassent dans certaines bandes sur des points donnés et provoquent leur ouverture en même temps qu'un commencement de ravinement.

Aussi à ces bandes préférons-nous des bandes que nous appelons *brisées,* de 5 à 6 mètres de longueur cultivée, séparées entre elles, dans le sens de leur longueur suivant l'horizontale, de 1^{m},50 à 2 mètres et même 3 mètres, et disposées de telle façon que le milieu de la bande cultivée dans la ligne supérieure coïncide avec le milieu de l'espace laissé vide dans la ligne inférieure.

Quant à l'écartement des bandes entre elles normalement à leur longueur, il ne doit pas dépasser 3 mètres en projection et non suivant la pente, mais on peut admettre comme bonne distance une moyenne de 2 mètres.

La largeur de la bande cultivée dépend de la déclivité du sol et doit diminuer à mesure que la pente augmente; dans les pentes ordinaires, on peut lui donner de 60 à 50 centimètres; dans les pentes plus fortes, elle se réduit à 40 centimètres et même à 30 centimètres.

Si nous adoptons, par exemple, ce qui est le cas le plus ordinaire, 2 mètres d'écartement moyen entre les bandes, une largeur de 50 centimètres, une longueur de 5 mètres et un espace libre de 2 mètres entre chaque bande dans le sens de la longueur, le terrain préparé sera ainsi représenté :



Cette disposition offre sur le système des bandes continues et horizontales les avantages suivants :

1° Une diminution importante dans le prix du défoncement par hectare;

2° Une régularité absolue dans l'écartement et l'espacement des bandes et, par suite, dans la répartition des plants destinés à former le massif, jointe au maintien de l'horizontalité dans chaque partie discontinue. On conçoit, en effet, que dans un terrain dont les pentes varient sur un espace donné, les bandes continues *horizontales* ne peuvent conserver entre elles le même écartement, et présentent dans leur tracé, suivant les changements de pente, des écarts ou des rapprochements comme les courbes en usage dans la topographie; tandis que les bandes brisées, tout en demeurant horizontales sur leur

petite longueur, restent constamment à la même distance entre elles, car elles ne suivent plus une ligne générale tracée horizontalement à la surface du sol; elles s'élèvent ou s'abaissent par rapport à cette horizontale suivant que la pente augmente ou diminue, et, en projection sur le plan horizontal, elles donneront toujours une figure régulière comme celle tracée ci-dessus; car, à la surface du sol, les bandes brisées peuvent être considérées comme l'intersection d'une série de plans verticaux passant par les projections régulières de ces bandes et venant couper les diverses pentes que présente la superficie d'un versant donné;

3° Leur tracé sur le terrain est beaucoup plus facile et se réduit à un simple jalonnage que le premier ouvrier intelligent venu peut exécuter rapidement. De plus, le terrassier qui défonce peut toujours tenir sa bande de 5 mètres bien horizontale sans besoin d'autre indication que son coup d'œil;

4° Par leur enchevêtrement, le cours des eaux pluviales, constamment brisé, ne peut produire ni agglomération ni ravinement, et l'absorption par le sol est d'autant plus favorisée;

5° Bien que la surface cultivée par hectare soit faible relativement à l'espace laissé inculte, elle suffit amplement pour obtenir en peu de temps le résultat désiré. Car, dès les premières années, les semis ou les plantations qu'on a exécutés dans ces bandes forment dans chacune d'elles un petit massif où les sujets se poussent et se soutiennent, en attendant que, par suite de leur développement, le massif général soit définitivement formé par l'extension des rameaux.

Les bandes alternes continues, les bandes brisées même, malgré les avantages qu'elles présentent sur les premières, ne doivent être employées que dans des cas tout à fait exceptionnels où la préparation du sol est appelée à produire par elle-même un effet mécanique immédiat au point de vue du ralentissement des eaux à la surface du sol, en attendant les résultats demandés à la végétation forestière.

En général donc, il est bien préférable, à tous égards, de se contenter de préparer le sol par trous régulièrement espacés, ayant leur plus grande longueur horizontalement placée et présentant les dimensions les plus faibles qu'il soit possible de leur donner, tout en satisfaisant au but qu'on s'est proposé. Le minimum de ces dimensions dépend évidemment de la profondeur donnée au défoncement, car il faut avant tout que l'ouvrier l'obtienne facilement. L'expérience a démontré que la longueur minima des trous ne peut descendre au-dessous de 1 mètre; quant à leur largeur, elle peut varier, comme celle des bandes, de 50 à 30 centimètres, selon la raideur de la pente.

La profondeur du défoncement ne doit généralement pas dépasser 50 centimètres. Le plus souvent même, il suffit de creuser à 40 centimètres, tant pour les bandes que pour les trous. Avec une pareille profondeur on peut parer à toutes les éventualités et remplir suffisamment le but de la préparation préalable du sol, de sorte qu'un défoncement plus prononcé, tout en étant plus favorable à la végétation, ferait sortir les travaux des conditions d'économie qui doivent dominer avant tout.

La profondeur devant être la même dans un terrain donné, quel que soit le système adopté, bandes continues, bandes brisées ou trous, il en résulte que la comparaison entre ces trois modes de préparation se bornera à l'examen de la surface cultivée par hectare dans chacun d'eux.

Le tableau ci-après renferme :

1° La nomenclature des différentes surfaces qu'on est obligé de cultiver par hectare de terrain à reboiser, dans chacun des trois modes de préparation dont il s'agit;

2° Le nombre maximum de plants que comporte, par *hectare,* chacun de ces modes, en admettant pour distance minima un mètre entre chaque plant.

L'examen de ce tableau conduit à une série de remarques intéressantes :

Nos D'ORDRE.	ESPACEMENT DES BANDES ou des trous dans le sens de leur longueur.	ÉCARTEMENT DES BANDES ou des trous suivant la pente du terrain.	SURFACE CULTIVÉE PAR HECTARE avec une largeur de			NOMBRE DE BANDES brisées ou de trous par hectare.	NOMBRE de PLANTS PLACÉS à 1 mètre de distance dans les bandes et dans les trous.
			0m,50	0m,40	0m,30		
a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
	1° BANDES CONTINUES, HORIZONTALES (*de Gayffier*, Pl. 33).						
1	»	1m,00	5,000	4,000	3,000	»	10,000
2	»	1 50	3,333	2,666	1,999	»	6,666
3	»	2 00	2,500	2,000	1,500	»	5,000
4	»	2 50	2,000	1,600	1,208	»	4,000
5	»	3 00	1,667	1,333	999	»	3,333
	2° BANDES BRISÉES DE 5 MÈTRES DE LONGUEUR.						
6	1m,00	1m,00	4,165	3,332	2,499	1,666	9,996
7	1 50	1 50	2,566	2,053	1,540	1,026	6,159
8	2 00	2 00	1,775	1,420	1,065	710	5,260
9	2 50	2 50	1,332	1,066	800	533	3,198
10	3 00	3 00	1,040	832	624	416	2,496
	3° TROUS DE 1 MÈTRE DE LONGUEUR (*de Gayffier*, Pl. 36).						
11	1m,00	1m,00	2,500	2,000	1,500	5,000	10,000
12	1 00	1 50	1,666	1,333	989	3,333	6,666
13	1 00	2 60	1,250	1,000	750	2,500	5,000
14	1 00	2 50	1,000	800	600	2,000	4.000
15	1 00	3 00	833	666	499	1,666	3,333
16	1 50	1 50	1,332	1,085	799	2,664	5,228
17	1 50	2 00	1,000	800	600	2,000	4,000
18	1 50	2 50	800	640	480	1,600	3,200
19	1 50	3 00	666	533	399	1,333	2,666
20	2 00	2 00	833	666	499	1,666	3,333
21	2 00	2 50	666	533	399	1,333	2,666
22	2 00	3 00	555	444	333	1,110	2,220
23	2 50	2 50	570	456	342	1,140	2,280
24	2 50	3 00	475	380	285	950	1,900
25	3 00	3 00	416	333	249	833	1,666

1° Les nombres correspondant dans la colonne *h* aux numéros d'ordre 1, 6 et 11 sont presque identiques, car une différence de 4 unités sur 10,000 est insignifiante. Ces nombres indiquent la quantité de plants que renfermera le terrain en les plaçant à 1 mètre de distance entre eux dans les *bandes* ou les *trous*, dont la faible largeur ne permet évidemment qu'une seule ligne de plants. On aura donc 6 plants dans chacune des bandes brisées de 5 mètres (en plaçant le premier au commencement de la bande) et 2 plants dans les trous de 1 mètre.

Cela posé, pour une quantité de 10,000 plants par hectare, *distribués de la même façon*, c'est-à-dire également espacés dans tous les sens, on aura :

Dans le cas des bandes continues, 5,000 mètres carrés à cultiver, soit 50 pour 100 de la surface totale;

Dans le cas des bandes brisées de 5 mètres, 4,165 mètres carrés, soit 41,65 pour 100 et une économie de 8,35 pour 100.

Dans le cas des trous de 1 mètre, 2,500 mètres carrés, soit 25 pour 100 et une économie de 25 pour 100.

Dans les deux derniers modes, les économies de la dépense ne seront pas tout à fait identiques à celles des surfaces cultivées, car, à chaque bande brisée ou à chaque trou, il y a une mise en train qui fait perdre un peu de temps à l'ouvrier; mais en tous cas la diminution sera très minime et l'on peut admettre, au point de vue de la dépense, que les bandes brisées réalisent sur les bandes continues une économie de 8 pour 100 et les trous une économie de 24 pour 100.

2° Dans l'article des trous, les numéros d'ordre de 11 à 25 donnent toutes les combinaisons diverses auxquelles on peut être amené dans leur emploi, selon les conditions des pentes, de la dureté du sol, des essences choisies, du mode préféré pour leur introduction et enfin des crédits dont on peut disposer.

Au point de vue de la plantation, le principal avantage de la préparation du terrain par trous sur celle par bandes con-

tinues ou brisées consiste dans l'économie réalisée dans le travail manuel. Mais dans le cas où le terrain préparé doit être semé, les trous présentent en outre des avantages culturaux d'une sérieuse importance :

D'une part, pour arriver plus tard à produire le même massif, ils exigent deux fois moins de graines; à largeur égale, le sol ameubli présentant une petite longueur est moins sujet au soulèvement; enfin la régularité des bandes oblige souvent à sacrifier en pure perte des vestiges de végétation qui auraient pu fournir un utile abri, tandis que les trous, par leurs petites dimensions, s'intercalent très facilement entre les traces de végétation existante.

D'autre part, les semis réussis sur les bandes ne tardent pas à être beaucoup trop serrés, les plants s'étouffent et leur répartition est beaucoup moins naturelle que celle opérée par les trous. Il y a trop de plants dans un sens et pas assez dans l'autre, désavantage qui se manifeste beaucoup moins dans ces derniers.

En exécution le surveillant jalonne les lignes et trace sur le sol les emplacements des bandes ou des trous, en maintenant toujours leur longueur dans le sens horizontal. Les ouvriers sont échelonnés de manière à occuper chacun une de ces lignes horizontales, mais sans être placés tous sur la même ligne de plus grande pente, à cause du danger que peut présenter la chute des pierres enlevées ou remuées par le défoncement. On établit dans ce but les ouvriers en virée très oblique à la ligne de plus grande pente, et l'on commence toujours par le haut du versant.

L'ouvrier, muni de sa pioche à pic, ouvre la bande, rejette derrière lui avec le taillant toute la terre et enlève les pierres qu'il pose sur le bord inférieur de la bande. Dans le cas où les déblais fournissent une grande abondance de pierres, il convient de les poser en talus naturel toujours solide, et non en forme de petite muraille, qui n'offre aucune garantie de durée, peut être affouillée et occasionner par sa chute des dé-

gâts parfois importants. En tous cas, les pierres ne devront jamais être disséminées ni jetées çà et là; elles seront au contraire toujours posées à la main et bien calées.

Si la bande doit avoir 50 centimètres au plafond, il suffira de la creuser à pic sur une largeur de 40 centimètres, après quoi on talutera le bord supérieur sur une largeur de 10 centimètres, pour obtenir la largeur voulue. En creusant ainsi avec une largeur diminuée de 10 centimètres au moins, on réalise, outre une économie de travail, le double avantage de ménager autant que possible la stabilité du sol dans certains cas donnés, et de placer au-dessus de la bande une couche de terre végétale relativement meilleure et plus favorable aux semis ou aux jeunes plants.

A mesure que le défoncement et le talutage sont opérés, l'ouvrier nivelle avec soin la surface de la bande de manière à la rendre bien unie et à lui donner une inclinaison contraire à la pente du terrain.

Les trous sont creusés d'après les mêmes indications; mais, à cause de leur faible longueur, il importe que, pour finir le défoncement d'un trou, l'ouvrier se transporte à l'extrémité opposée à celle par laquelle il a commencé, et se place d'une façon entièrement inverse à sa position première; une fois là, il applique quelques grands coups de pioche pour donner au fond du trou une longueur égale à celle du dessus. Sans cette précaution on risquerait d'avoir un trou beaucoup plus étroit en bas qu'en haut, et le défoncement ne remplirait pas son but.

Dans ce genre de travail, le surveillant doit empêcher autant que possible ses ouvriers de donner une série de petits coups de pioche répétés. C'est en quelques grands et solides coups que le trou doit être fait, si l'on veut opérer économiquement, et tout ouvrier qui n'est pas capable de travailler ainsi doit être ou renvoyé du chantier ou employé à d'autres travaux.

Si le terrain où l'on opère est raviné, on aura soin de ne pas prolonger les bandes ou creuser des trous jusqu'au bord même

du ravin, et on arrêtera le défoncement à 1 mètre au moins de ce bord, afin de laisser un intervalle de terrain stable.

On talute le bord supérieur des trous comme celui des bandes, ce qui permet de gagner au moins 10 centimètres pour la largeur à la surface, de diminuer d'autant l'épaisseur du défoncement, de relever légèrement le plafond au-dessus du sol naturel en vue de parer au tassement ultérieur qui se produira par suite du foisonnement, et de supprimer la fente dangereuse qui se manifeste très souvent, après le tassement, entre le terrain naturel et la terre cultivée. Enfin on aura soin de donner au plafond un léger devers opposé à la pente du versant; cette précaution est des plus utiles pour empêcher l'écoulement des eaux pluviales et l'entraînement des terres.

Dans les climats très secs, il est même souvent avantageux de sillonner le sol par une série de petites rigoles, légèrement tracées en forme de chevrons aboutissant chacun à une couple de trous et dirigeant sur eux les eaux qui tombent dans leurs intervalles.

On rencontre souvent, sur les versants, des plis de terrain qui ne sont pas des ravins, mais dans lesquels des trous ou des bandes ordinaires risqueraient d'être détériorés par les eaux.

Dans ces cas exceptionnels, si l'on a des pierres sur place, on construit, dans le prolongement de chacune des lignes de bandes ou de trous et en travers du pli de terrain, un petit mur en pierres sèches, à fruit très prononcé au parement d'aval; on lui donne une hauteur de 50 centimètres environ, et à son amont on le nivelle avec la terre voisine; on a ainsi une série de bandes à talus solides qui peuvent empêcher toute érosion de la part des eaux; à défaut de pierres, on remplacera le mur par une fascine de saule.

Dans les *casses* ou *clappes*, où la terre est recouverte d'une couche plus ou moins épaisse de pierres de toutes dimensions, on prépare des bandes ou des trous après avoir disposé à leur aval, en talus à large base, toutes les pierres qu'on a dû enlever pour découvrir le sol.

Quel que soit le mode qu'on ait adopté, il importe d'opérer la préparation du sol quelques mois au moins avant l'exécution des semis ou des plantations. Si la mise en terre des graines ou des plants doit avoir lieu à l'automne, on donnera la culture préalable jugée nécessaire au terrain dans le courant de l'été au plus tard, afin de laisser aux influences atmosphériques le temps d'agir efficacement.

Dans le cas où la mise en terre est réservée au printemps, il y a plus grand intérêt encore à ce que le sol soit préparé dès l'automne, afin de lui permettre de se saturer pendant l'hiver de toute l'humidité possible et d'éviter le dessèchement qui serait infailliblemennt la conséquence d'une préparation tardive au printemps.

•

On rencontre bien souvent, dans les montagnes des Alpes, certains terrains dont la nature et la nudité exigent une préparation préalable pour y introduire une végétation quelconque même herbacée, et qui sont formés par des marnes du lias appartenant à des étages différents. Ces marnes présentent entre elles des conditions bien diverses au point de vue de la structure, de la consistance et de la stabilité, mais elles possèdent deux caractères communs : Le premier, d'être le plus souvent entièrement dénudées et de déterminer des pentes qui vont jusqu'à 120 pour 100 et leur font produire absolument l'effet de vastes toits d'ardoises; le second, de se déliter à la surface sous les influences atmosphériques.

C'est par ce second caractère, joint à leurs différences de structure ou de consistance, qu'elles se distinguent surtout.

Les unes, le plus souvent très schisteuses, se délitent très rapidement, ne sont pas très dures et se laissent pénétrer par la pioche à une certaine profondeur.

Les autres, au contraire, à strates moins minces et parfois épaisses, se délitent moins profondément, et ne se laissent pénétrer par la pioche qu'à 8 ou 10 centimètres au plus.

Dans les unes comme dans les autres, les produits du déli-

tement ne subsistent à la surface que pendant les intervalles des grandes pluies qui, sur ces pentes excessives, balayent périodiquement les parcelles émiettées et sans cohésion; de là, double difficulté, car il faut, d'une part, former à vrai dire, avec la roche même, un sol assez profond pour que la végétation puisse s'y établir, et, d'autre part, maintenir ce sol contre les dangers de l'entraînement.

On comprend facilement que dans les marnes très schisteuses et inconsistantes, il est impossible de songer à une préparation *préalable* du sol, et que cette préparation, si elle a raison d'être, doit être opérée au moment même de l'introduction de la végétation; aussi nous réservons ce cas particulier pour le moment où nous traiterons des plantations.

Mais, dans les marnes dures, il faut, au contraire, une préparation commencée bien longtemps à l'avance et répétée à plusieurs reprises. On conçoit en effet que, si du premier coup l'on voulait creuser des trous ou des bandes ayant la profondeur voulue, les frais dépasseraient toute proportion compatible avec le but à atteindre, car la pioche et le pic ne suffiraient pas, et il faudrait la mine, qui, dans ces sortes de roches, ne produit qu'un maigre effet. De plus, dans ces terrains, où la terre végétale est totalement absente, on ne trouverait quand même pas assez de produits du délitement de la roche pour remplir immédiatement les trous ou les bandes. Il est donc préférable de bénéficier de la propriété qu'ont ces rochers de se déliter; à cet effet, on se contentera d'ouvrir d'abord les trous ou les bandes sur la profondeur à laquelle la pioche ou le pic pourra pénétrer; la meilleure saison pour cela est la fin de l'hiver; quand la roche est bien saturée d'eau, elle est plus tendre et l'outil pénètre plus facilement dans les fentes de retrait qui divisent les strates. On posera avec soin tous les débris en talus bien assujettis sur le bord inférieur des trous qui seront abandonnés pendant un an aux influences météorologiques, et l'on recommencera un nouveau creusement à la fin de l'hiver suivant; généralement deux

saisons suffisent pour obtenir une profondeur convenable.

Il restera alors à combler les trous. Pour cela on raclera avec soin tous les produits du délitement de la roche dans les intervalles des trous, avant les pluies du printemps; c'est le moment le plus favorable, car le délitement le plus énergique se manifeste par les gelées de la fin de l'hiver. Ces éléments terreux, combinés avec ceux fournis par la surface des talus de déblai, serviront à remplir les trous; s'ils sont insuffisants, on répétera ultérieurement le même balayage.

Il est important de laisser au talus de déblai une forte consistance, afin de lui permettre de soutenir les terres pendant les premières années de la végétation. Les débris de roche dont il se compose se délitent bien à la surface, mais à l'intérieur ils se maintiennent solides; leurs interstices se colmatent pour ainsi dire, et, au bout de deux ou trois ans, la végétation herbacée peut s'en emparer et aider à soutenir le talus. Nous verrons du reste à l'article *Plantations* les moyens à prendre dans ce but.

CHAPITRE X

EXÉCUTION DES TRAVAUX DE REBOISEMENT

Du semis et de la plantation en général. — Mode d'emploi des différentes essences, suivant les régions. — Région *méditerranéenne :* Essences à employer exclusivement par semis. — Essences à employer par les deux modes suivant les cas. — *Région tempérée :* Essences de semis. — Essences de plantation. — *Régions alpestre et alpine.* — Conclusion. — Des graines. — Lieux d'origine. — Essences feuillues ou non résineuses. — Récolte. — Préparation. — Conservation des graines. — Graines de basse végétation forestière. — Concasseur. — Graines d'essences résineuses. — Récolte. — Conservation. — Essai des graines. — Exécution des semis a demeure. — *Essences non résineuses :* Divers modes de semis. — Devis de la dépense. — *Graines de résineux :* Divers modes de semis. — Organisation du chantier. — Quantité de graines à l'hectare. — Saison préférable pour le semis de résineux. — Quantité de graines à employer. — Enherbement. — Enherbement dans les terrains à surface stable. — Semis par potets. — Semis à la volée. — Enherbement dans les terrains à surface instable. — Semis par sillons horizontaux. — Époque des semis. — Des pépinières. — Généralités. — *Pépinières permanentes ou centrales :* Choix de l'emplacement. — Division du terrain. — Préparation du sol. — Nivellement du terrain. — Premier défoncement du sol des carrés. — Fosses à terreau et à fumier. — Confection du terreau. — Semis en pépinière. — Résineux. — Essences feuillues. — Repiquages ou rigolages. — Exécution du repiquage. — Bouturage en pépinière. — Calcul du prix de revient du mille de plants des différentes essences. — Expédition des plants. — *Pépinières volantes ou locales :* Préparation du sol. — Exécution de la plantation. — *Résineux :* Age des plants. — Mode d'exécution dans les terrains préparés et non préparés. — Organisation du chantier. — Époque préférable pour la plantation. — Plan-

tation dans les terrains à surface instable. — Plantation dans les clappes ou casses. — *Plantation des feuillus* : Création de massifs. — Recepage. — Création de haies. — Banquettes avec défoncement. — Plantation dans les fonds des ravins et sur les atterrissements.

Du Semis et de la Plantation en général. — Le semis et la plantation représentent les deux seuls modes qu'on puisse employer pour obtenir le reboisement définitif d'un terrain dénudé en montagne.

Dans le cours de *culture des bois* de Lorentz et Parade, il est ajouté à ces deux modes de repeuplement le bouturage et le marcottage; nous ne pouvons, dans le cas tout spécial qui nous occupe, considérer ces deux modes que comme de simples auxiliaires, dont l'un, le bouturage, n'est à vrai dire qu'une façon particulière de planter et dont l'autre ne peut être employé que comme corollaire de certaines plantations dans des cas exceptionnels bien déterminés.

On a beaucoup écrit et discuté sur la préférence à donner soit au semis, soit à la plantation. Le plus souvent chacun s'est trouvé avoir raison, dans les cas spéciaux où il se plaçait, et la discussion venant à continuer dans ces termes risquerait fort de ne jamais aboutir à une solution définitive.

On conçoit aisément, en effet, que dans une question où les éléments principaux dépendent de conditions aussi variables que le climat local d'un lieu, la nature minéralogique du sol à reboiser, l'état de la superficie, la déclivité des pentes, et enfin le tempérament et les exigences des essences adoptées, il peut se présenter un nombre très considérable de solutions qui tantôt seront à l'avantage du semis sur la plantation, tantôt seront diamétralement opposées, tantôt enfin seront sensiblement identiques.

Ce n'est pas à dire cependant qu'il ne soit pas possible d'indiquer à grands traits les divers cas où l'on peut se trouver et la solution qu'il est préférable de donner dans chacun d'eux.

Nous estimons au contraire que l'analyse des diverses conditions qui peuvent se présenter en général est seule à même

de fournir les moyens de faire, entre ces deux modes de reboisement, le choix le plus convenable à tous égards.

Mais, avant d'entrer dans cet examen détaillé, nous croyons devoir faire tout d'abord, entre les diverses essences susceptibles d'emploi, une distinction des plus importantes, à savoir : que, dans les reboisements en montagne, le semis des essences feuillues en général ne donne aucun avantage, à l'exception du chêne rouvre et du châtaignier, ainsi que de certaines essences non résineuses à feuilles persistantes. La question se resserre donc et se résume à l'examen de l'emploi de ces dernières essences et des essences résineuses.

Cela posé, nous allons passer en revue les divers cas qui peuvent se présenter dans les différentes régions climatériques et nous indiquerons, au fur et à mesure, le mode à préférer dans l'emploi de chacune des essences qu'on aura choisies.

Dans la *région méditerranéenne* on ne peut à vrai dire compter, pour le reboisement des terrains nus, que sur trois essences principales : le pin d'Alep, le pin maritime et le chêne vert, sauf à employer dans certains cas tout spéciaux le chêne liège, le caroubier et le pin pinier.

Au point de vue du mode de l'emploi, nous classerons ces essences de la manière suivante :

1° A employer spécialement par voie de semis.	Le pin maritime. Le chêne vert. Le chêne liège. Le caroubier.
2° A employer par semis ou par plantation, suivant le cas.	Le pin d'Alep. Le pin pinier.

Les quatre premières essences, toutes à feuilles persistantes, ne présentent aucune chance de succès en plantation, à cause de la longueur de leur pivot et de son manque presque constant de chevelu, deux conditions des plus défavorables.

Le pin pinier, dont l'aire d'habitation est très restreinte, donne des résultats également satisfaisants, qu'il soit employé

par semis ou par plantation. Le semis peut être préféré dans les terrains dégarnis d'herbes, faciles à biner et présentant des conditions de fraîcheur relative, mais il doit céder le pas à la plantation dans toutes les autres circonstances.

Il en est à peu près de même en ce qui concerne le pin d'Alep, qui ne nous paraît susceptible d'être avantageusement employé par voie de semis que dans les sols rocailleux, dépourvus d'herbes *séchant sur pied*, et présentant ainsi certaines conditions de fraîcheur.

Il est d'observation constante en effet que les semis manifestent la plus grande vigueur de végétation dans les terrains à surface couverte de débris de pierres, qui, au premier aspect, semblent les plus infertiles. Le motif en réside exclusivement dans l'abri fourni par les pierres au sol contre le tassement, ce qui lui conserve son ameublissement et partant une fraîcheur au moins relative. C'est assez dire que la plantation l'emportera toujours sur le semis, car les terrains de cette sorte sont généralement rares.

Pendant les nombreuses années que nous avons dirigé des travaux de reboisement dans le climat chaud, soit en Algérie, soit dans les Alpes-Maritimes, nous avons essayé tous les modes de semis connus, dans des sols de toute qualité et ayant reçu respectivement les préparations les plus en rapport avec leur nature et le climat du lieu.

Toutes ces tentatives ont été généralement infructueuses; les semis qui ont pu être sauvés ont coûté par hectare plus du triple de la plantation.

En observant les diverses phases de la végétation de ces semis, voici ce que nous avons toujours constaté :

Les semis opérés du mois de janvier au mois de mars sont généralement bien levés pour le mois d'avril; cependant ils sont sujets à de graves dangers dès le début. La graine du pin, demandant à être peu recouverte, est facilement déterrée soit par les bandes d'étourneaux, soit par les alouettes et autres granivores, qui pullulent dans la contrée. Après la germina-

tion, nouveaux dangers de la part des animaux; les feuilles séminales du pin sortant de terre renfermées à leur extrémité par l'enveloppe de la graine, les oiseaux, trompés par l'apparence, détruisent une énorme quantité de jeunes semis, en s'emparant de cette enveloppe vide.

Enfin souvent il arrive une période de sécheresse absolue à l'époque où lèvent les semis; les jeunes sujets, privés d'humidité, ne tardent pas à dépérir et ont disparu dès le printemps.

Ceux qui ont échappé à ces premiers risques sont loin d'être à l'abri pour l'avenir. Malgré la bonne préparation du terrain, le plus souvent même par suite de cette préparation, l'herbe pousse très abondante. On l'arrache une première fois, et pour cela il faut toujours opérer cette extraction à la main; elle repousse aussi vivace; tant qu'elle reste verte, les semis végètent bien, mais en fin juin, dans l'intervalle de deux ou trois jours, cette herbe sèche presque subitement et fait tout périr autour d'elle. Nous ne parlons pas ici de l'influence de l'herbe qui couvrirait les jeunes plants, mais bien de l'herbe avoisinante portant à peine ombrage. Si, par exemple, les semis sont faits par bandes alternes, le peu d'herbe qui sèche sur pied, à 30 ou 40 centimètres de distance, entraîne leur perte, tandis que, toutes circonstances égales d'ailleurs, tous les semis aux environs desquels on a enlevé par binage toute plante susceptible de se dessécher subsistent parfaitement. Si, au lieu d'herbe, on a par hasard des broussailles, vivaces en plein été, elles exercent, par leur voisinage, une heureuse influence; mais ce cas, fort rare naturellement, est difficile et coûteux à créer artificiellement.

Pour sauver un premier semis de pin, il faut donc opérer à la main au moins deux extractions d'herbes dans le printemps, puis deux binages ultérieurs, opérations très coûteuses, mais indispensables, surtout dans les sols un peu forts; et encore on court la chance que, pendant la sécheresse d'un été toujours très chaud, les racines des jeunes plants n'ayant pas eu le temps d'atteindre un sous-sol relativement frais, ceux-ci viennent à périr.

On peut ajouter encore à ces chances de destruction les sauterelles qui s'attaquent aux pousses herbacées.

En résumé, la préparation du sol pour les semis coûte aussi cher que pour la plantation; les chances de non-réussite sont bien plus nombreuses pour le premier mode que pour le second; les soins et façons à donner au terrain sont plus répétés et plus coûteux, de sorte que si, par hasard, on parvient à sauver un semis, l'hectare ainsi reboisé coûte au moins trois fois plus cher que s'il l'avait été par la plantation.

Nous avons cherché à nous expliquer cette influence pernicieuse de la dessiccation des herbes voisines des semis, ne les couvrant pas, puisque souvent elles en sont éloignées de plus de 50 centimètres, sans être bien élevées. Nous n'avons pu l'attribuer qu'à la sécheresse absolue qu'elles donnent au sol avoisinant, en interceptant pendant la nuit le rayonnement nocturne et l'action de la rosée si importante dans les pays chauds, et en empêchant dès lors la chaleur accumulée dans la journée de s'échapper pendant la nuit.

Ces dangers ne sont pas les seuls. Les jeunes semis peuvent encore être compromis par les effets des orages, si violents dans les climats chauds, car ils courent le risque, soit d'être entraînés par les eaux, soit d'être enfouis par les terres qu'elles font ébouler des parties supérieures des trous ou des bandes.

Dans les plantations de pin d'Alep ou pinier, au contraire, on peut, dès la première quinzaine qui suit la mise en terre, reconnaître les sujets dont la reprise est certaine et remplacer les autres. Ce regarnissage immédiat n'entraîne que des frais insignifiants; il peut être renouvelé plusieurs fois en temps opportun dans la même campagne, ce qui assure ainsi, *dès la première année*, le reboisement intégral du terrain, tandis que dans le semis, l'opération une fois faite, on se trouve impuissant vis-à-vis de la plupart des dangers qui menacent sa réussite et l'on perd ainsi un temps précieux.

D'autre part, il arrive le plus souvent que, dans les places où un semis vient à réussir et à surmonter tous les périls du

premier âge, il est beaucoup trop dru, ce qui détruit l'équilibre nécessaire dans les dimensions des sujets et peut compromettre en peu de temps leur existence même. On ne rencontre que très rarement dans le semis la régularité et l'homogénéité de peuplement que procure la plantation.

Ici donc, et sauf quelques cas très rares, la plantation l'emporte de beaucoup sur le semis, aux divers points de vue de la certitude, de la réussite immédiate, de la conservation et de l'économie dans les travaux.

Dans la *région moyenne ou tempérée,* nous comptons cinq essences principales propres au reboisement et deux autres essences, également de premier ordre, mais incapables d'être employées d'emblée.

Nous les classons ainsi qu'il suit :

1° Essences à introduire surtout par semis . . . . . { Chêne rouvre. Châtaignier. Pin laricio.

2° Essences à introduire de préférence par plantation. { Pin sylvestre. Pin noir. Hêtre. Sapin.

Le jeune plant de chêne cultivé en pépinière projette dès la première année un très fort pivot, peu garni de chevelu et hors de proportion avec sa tige; de là des difficultés pour la reprise des plants, en même temps que des frais relativement considérables pour la préparation du sol. Il est vrai qu'on peut obvier à cet inconvénient par certaines opérations pratiquées dans les pépinières et que nous décrirons ultérieurement. Néanmoins c'est à la condition d'augmenter le prix de revient des plants et par suite celui de la plantation; tandis que le semis s'opère généralement dans des conditions d'économie très remarquables, qui font préférer ce mode d'emploi à la plantation, quels que soient l'état et la nature du sol pour lequel le chêne a été adopté.

Les semis de chêne rouvre restent stationnaires dans les

premières années; mais si l'on observe attentivement leur mode de végétation, on remarque que pendant ces premières années, tandis que la tigelle demeure presque invariable, le pivot opère un travail considérable, va se développant et se fortifiant de plus en plus et détermine dès la cinquième ou sixième année une pousse vigoureuse à partir de laquelle le jeune arbre commence à prendre ses développements successifs.

Il en est de même en ce qui concerne le châtaignier, dont l'aire d'habitation est d'ailleurs très restreinte par suite du tempérament de cette essence calcifuge.

En général donc, sans proscrire la plantation pour le chêne et le châtaignier, nous préférons de beaucoup le semis.

Dans les régions méridionales, le semis du chêne a été parfois abandonné, voire même condamné, par suite de résultats négatifs. Il arrivait en effet que des semis, superbes au bout d'un an, allaient en s'étiolant d'année en année et finissaient par disparaître. Mais on n'a pas tardé à reconnaître que cet insuccès était dû presque toujours à l'absence d'abris sur un sol par trop dénudé et très sec; on employa dès lors le chêne en mélange avec les pins, qui, grâce à leur croissance plus rapide, ne tardèrent pas à faire de bons abris et le résultat fut des plus concluants. Ce n'est pas à dire que partout il soit nécessaire de mélanger ainsi ces essences, mais on peut affirmer que cette mesure est indispensable dans les terrains très secs, entièrement dénudés et situés aux expositions chaudes.

Le pin laricio (de Corse), qui ne peut être employé que très exceptionnellement, est introduit plus avantageusement par le semis que par la plantation, à cause, d'une part, de la nature du sol toujours très meuble qu'il préfère et, d'autre part, du peu de chevelu que présente son pivot, généralement très développé.

Il n'en est pas de même en ce qui concerne les pins sylvestre et noir d'Autriche, qui sont, la plupart du temps, employés dans les plus mauvaises conditions de sols et d'expositions et consti-

tuent pour le reboisement des essences éminemment précieuses.

Bien que le tempérament des jeunes plants soit robuste, nous ne pensons pas que dans la plupart des cas il y ait avantage à les employer en semis. Non seulement, en effet, les jeunes semis se trouvent en butte à tous les périls que nous avons indiqués pour les pins d'Alep, mais ils rencontrent dans leur région un nouveau danger, encore plus redoutable que la sécheresse, les gelées printanières, à la suite desquelles ils sont le plus souvent déchaussés.

Aussi sommes-nous d'avis que *partout où le climat est sec (cas le plus général des montagnes à reboiser), où le sol est sans abris et ne présente que des conditions médiocres en matière de fertilité, où enfin les expositions sont peu favorables, il convient de donner la préférence à la plantation sur le semis, qui ne devient dès lors qu'une rare exception, vu les conditions généralement très mauvaises où ces deux essences sont employées de préférence.*

Quant au hêtre et au sapin, leur tempérament est tellement délicat, dans les premières années, qu'on ne peut les introduire que sous un abri assez complet; par ce motif il y a donc tout avantage à employer la plantation, car les plants élevés en pépinière présenteront toujours des conditions de résistance bien plus sérieuses que les jeunes semis.

Outre le hêtre et le sapin qu'on y rencontre encore, nous trouvons dans les deux régions supérieures le pin à crochets, l'épicéa, le mélèze et le pin cembro.

De ces quatre essences une seule doit être exclusivement réservée à la plantation, c'est le pin à crochets. D'une part, en effet, sa graine est assez rare, il convient donc de la ménager, le plus possible; d'autre part, cette essence, des plus précieuses est appelée à jouer dans la région froide le rôle des pins sylvestre et noir dans la tempérée et du pin d'Alep dans la chaude, c'est-à-dire à fournir le massif forestier, aux expositions relativement chaudes, dans les sols les plus secs et les plus ingrats.

Cela suffit amplement pour justifier la préférence donnée à la plantation. Il est évident d'ailleurs que partout où ces tristes conditions ne se présenteront pas dans leur ensemble, on aura tout intérêt à substituer au pin à crochets une essence plus importante.

Quant à l'épicéa, au mélèze et au pin cembro, ces trois essences précieuses peuvent être employées soit par voie de semis, soit par voie de plantation.

Dans les hautes altitudes de leur station où la neige joue un grand rôle, où les montagnes ne sont abordables que pendant une partie de l'année, où enfin la végétation ne dure que quelques mois, il convient d'user des deux modes, partout où cela devient possible. Aussi bien, la part à faire à chacun d'eux peut facilement se définir; ici, en effet, la sécheresse n'est plus un ennemi bien redoutable, car à ces altitudes il pleut plus souvent, les nuits sont plus fraîches, généralement le sol est plus meuble, on y trouve le gazon en plus grande abondance et parfois en pelouses plus ou moins ruinées. On n'a donc surtout à redouter que le déchaussement, bien que les mulots, les campagnols et les oiseaux soient encore de rudes ennemis pour les graines confiées à la terre. Mais ici l'on ne peut hésiter; il faut, pendant le petit nombre de jours favorables à chaque saison, semer et planter. On sèmera donc exclusivement sur tous les points où l'on trouvera du gazon ou un abri sérieux contre les fortes alternatives de gel et de dégel; le reste du terrain, c'est-à-dire les parties nues, seront seules livrées à la plantation. Telle est la règle à suivre dans ces hautes régions.

Des considérations qui précèdent il résulte évidemment qu'on ne peut formuler aucune règle absolue concernant la préférence à accorder soit au semis, soit à la plantation, et que le choix de l'un de ces modes varie avec la nature des essences employées et les diverses conditions que peuvent présenter le sol et le climat du terrain à reboiser. Néanmoins, de l'examen que nous venons de faire des circonstances les

plus fréquentes, nous pouvons conclure que la plantation est susceptible d'une application beaucoup plus fréquente et plus générale que le semis, qui n'arrive à être employé qu'à titre exceptionnel et dans des cas spéciaux bien déterminés.

Les semis de graines forestières peuvent être exécutés suivant deux ordres d'idées différents, ayant pour but, l'un d'obtenir directement le reboisement d'un terrain donné, l'autre de produire de jeunes sujets destinés à être livrés à la plantation.

Nous appellerons les premiers semis à *demeure*, et les seconds semis en *pépinière*.

Quant aux plantations, nous les diviserons de même en plantations à *demeure* et en *repiquages*, qui sont des plantations faites en pépinières dans le but d'élever des plants présentant de meilleures conditions.

Des Graines. — Toutes les graines d'arbres, d'arbrisseaux et d'arbustes susceptibles d'emploi dans les reboisements en montagne peuvent se récolter en France, à l'exception du pin noir d'Autriche, qui est fourni principalement par les forêts des Alpes styriennes, du cèdre, qui vient d'Algérie, et du caroubier, produit par l'Algérie, l'Italie ou l'Espagne.

Les graines d'essences *feuillues* se récoltent pour la plupart en automne; il en est cependant un petit nombre qui sont mûres, soit dès le printemps, soit au milieu de l'été.

Presque toutes ces graines doivent être cueillies sur les arbres, à l'exception des glands, des châtaignes et des faînes, que l'on ramasse sur le sol, en ayant bien soin de négliger celles qui, tombées les premières, ne présentent pas des conditions de maturité et de qualités germinatives suffisantes.

La plupart des graines d'essences feuillues peuvent être semées sans avoir subi d'autres préparations préalables qu'un simple nettoyage; cependant il en est certaines qu'il faut sortir de leur enveloppe avant de les employer : ce sont celles de caroubier, de robinier, d'aune et de cytise.

La graine de caroubier est enfermée dans des gousses charnues composées de matières sucrées et visqueuses qui rendent très difficiles leur ouverture et par suite l'extraction des graines.

Il est heureusement un moyen très économique de se procurer cette graine, en faisant ramasser, dans les mangeoires des chevaux nourris avec des caroubes, toutes les graines qu'ils y laissent tomber. Nous avons pu faire récolter de cette manière à Nice plusieurs milliers de kilogrammes de graines nettes en une seule année, à des conditions de prix très avantageuses variant de 1 fr. 50 à 2 francs le kilogramme.

Pour obtenir les graines de robinier et de cytise, il suffit de tremper leurs gousses pendant une heure ou deux heures au plus, de les étendre ensuite au soleil pour les faire ouvrir et de les vanner ensuite.

Les cônes des aunes doivent être cueillis un peu avant leur entière maturité. On les ouvre au soleil ou à une chaleur modérée, et l'on obtient la graine en les secouant dans un sac.

Certaines graines peuvent se conserver pendant un temps assez long au moyen de quelques soins très simples; d'autres réclament au contraire de grandes précautions pour être maintenues en bon état; d'autres enfin sont tellement difficiles à conserver qu'il est préférable de les employer immédiatement.

Parmi les essences feuillues, les graines de caroubier, de robinier et de cytise sont les seules que l'on puisse sans danger conserver pendant plus d'une année; quant aux autres, on ne peut songer à prolonger leur conservation que de l'automne au printemps suivant, tout au plus; mais il n'y a que les glands des chênes, vert, liège et rouvre, qu'on puisse avoir sérieusement intérêt à conserver aussi longtemps, et cela seulement dans certains cas tout spéciaux, tels que l'impossibilité d'employer avant les neiges tout l'approvisionnement en magasin, ou la trop grande abondance d'animaux nuisibles aux semis (mulots, corbeaux, etc.).

Pour que les graines puissent continuer à posséder leurs

bonnes qualités, il faut qu'elles soient placées dans des conditions telles que, d'une part, aucun commencement de germination ne puisse s'opérer, et que, d'autre part, aucune cause de détérioration ne puisse les atteindre.

D'où résulte la nécessité de les placer à l'abri non seulement des insectes et des animaux, mais encore de tout excès de chaleur ou d'humidité, ainsi que des gelées.

Dans les climats secs, les moyens les plus commodes consistent à placer les graines sur des planchers étagés, construits dans de grands greniers bien aérés. On les étend en couches assez minces, de 10 centimètres environ d'épaisseur, et on les remue avec une pelle en bois, assez souvent pour les aérer et empêcher leur fermentation ou leur échauffement.

On conçoit que ce mode de conservation ne peut s'appliquer à de très grandes quantités de graines qui, étant pour la plupart assez volumineuses, entraîneraient, par suite, l'obligation d'avoir de nombreux et vastes magasins dont la dépense ne laisserait pas de devenir très forte.

Aussi, nous estimons qu'en général il vaut beaucoup mieux les semer aussitôt qu'elles ont pu être récoltées. Dès lors, en admettant même qu'en vue de grands travaux on ait à recevoir des quantités considérables de graines, il suffira d'organiser le travail de telle façon que le stock de l'approvisionnement ne dépasse pas l'importance des magasins et, pour cela, on n'aura qu'à employer immédiatement les premiers arrivages pour faire place aux suivants, et ainsi de suite.

Outre ces graines d'essences forestières importantes, il en est d'autres dont on peut avoir besoin dans certains cas pour créer des abris composés d'une basse végétation forestière. Ces dernières graines sont exclusivement fournies par les arbrisseaux et arbustes appartenant à la région où elles doivent être employées; leur récolte doit donc être opérée directement par les soins des agents forestiers.

Le but de l'emploi de cette basse végétation consistant sur-

tout dans la fixation du sol et l'abri des jeunes plants forestiers, il importe de n'employer que des essences peu difficiles au point de vue de la fertilité du sol et à croissance rapide.

Il est évident, à priori, que les graines qui ne sont pas susceptibles de germer et de lever très promptement ne peuvent être employées dans des semis à demeure, et doivent au contraire être mises en pépinière pour fournir des sujets à la plantation, bien préférable alors. C'est le cas de la plupart des essences de second ordre dont il s'agit; car, parmi celles en usage dans les Alpes, on ne peut employer avantageusement en semis à demeure que les graines de bugrane, de lavande et d'églantier.

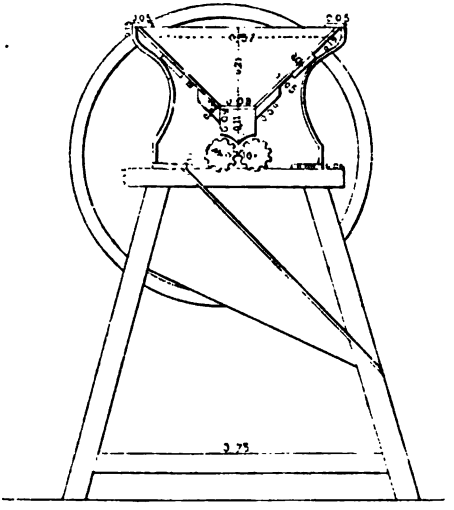


Fig. 57. — Concasseur vu de face.

Les graines d'églantier (rosier des chiens), entourées d'une pulpe très consistante, sont, dans cet état, assez difficiles à employer et à recouvrir convenablement; en les débarrassant de cette pulpe, on obtient les graines dans un état de netteté qui procure une grande facilité pour leur emploi en mélange avec d'autres graines arbustantes ou fourragères. Pour enlever cette pulpe, on fait passer les fruits bruts dans un concasseur peu serré qui écrase les parties charnues (*fig.* 57, 58 et 59); il ne reste plus qu'à laver à grande eau dans un baquet au fond duquel tombent les graines qu'on fait ressuyer sur des toiles et qu'on peut conserver jusqu'au printemps suivant et même une année entière.

Le tableau ci-après renferme la nomenclature des arbre snon résineux, d'arbrisseaux et d'arbustes les plus en usage dans le reboisement des montagnes, l'époque de la maturité de leurs graines dans le sud-est de la France, la valeur du quintal métrique, la quantité de graines nettes obtenue après la préparation qu'elles ont dû subir avant l'emploi, le coût de cette préparation et enfin le prix de revient définitif de l'unité :

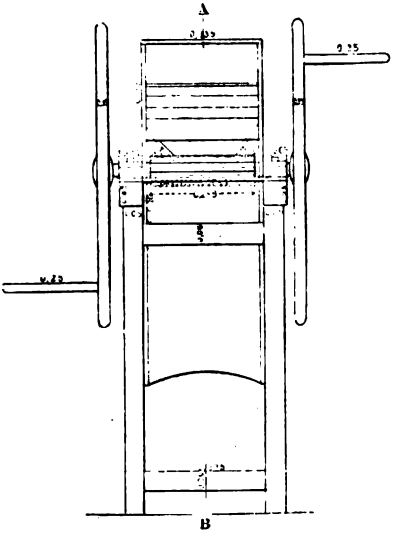


Fig. 58. — Concasseur. — Coupe suivant A B.

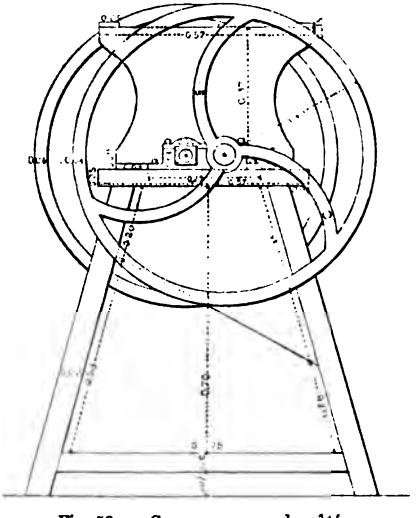


Fig. 59. — Concasseur vu de côté.

NOMS DES ESSENCES.	ÉPOQUE de la MATURITÉ des graines.	PRIX de LA RÉCOLTE de la graine brute par 100 kil.	POIDS NET OBTENU par 100 kil. de graine brute après la préparation ou le nettoyage.	COUT de cette PRÉPARATION.	PRIX DE REVIENT définitif de 100 kil. de graine nette.	TEMPS NÉCESSAIRE A LA GERMINATION — ÉPOQUE des semis.	TEMPS NÉCESSAIRE A LA GERMINATION — ÉPOQUE de la sortie de terre.	OBSERVATIONS.
1° GRAINES A EMPLOYER EN SEMIS A DEMEURE								
ESSENCES FORESTIÈRES								
Chêne vert.....	Septembre.	14f 00	Aucune préparation.	»	14f 00	Automne.	Printemps suiv.	10 fr. l'hectol.
Chêne liège.....	Novembre.	16 00	Idem.	»	16 00	Idem.	Idem.	12 fr. l'hectol.
Chêne rouvre.... ..	Octobre.	12 00	Idem.	»	12 00	Idem.	Idem.	8 fr. l'hectol.
Caroubier.....	Août.	»	Idem.	»	200 00	Printemps.	1 mois après.	
Châtaignier.....	Fin octobre.	15 00	Idem.	»	15 00	Automne.	Printemps suiv.	12 fr. l'hectol.
ARBRISSEAUX ET ARBUSTES								
Bugrane	Juillet.	15f 00	18k 000	2f 50	97f 22	Été (imméd.).	Printemps suiv	
Lavande	Août.	8 00	3 600	1 00	250 00	Automne.	2e printemps.	
Églantier	Octobre.	10 00	20 000	1 20	56 00	Idem.	Idem.	
2° GRAINES A SEMER EN PÉPINIÈRES								
ESSENCES FORESTIÈRES								
[illegible]	Octobre.	18f 00	[illegible]	»	18f 00	Automne.	[illegible]	

Frêne.....	Novembre.	40 00	Idem.	»	40 00	Automne.	2e printemps.
Érable sycomore ...	Octobre.	35 00	Idem.	»	35 00	Idem.	Printemps.
Érable champêtre...	Idem.	30 00	Idem.	»	30 00	Idem.	Idem.
Érable négundo	Idem.	20 00	Idem.	»	20 00	Idem.	Idem.
Sorbier des oiseleurs	Idem.	45 00	Idem.	»	45 00	Idem.	2e printemps.
Sorbier domestique.	Idem.	30 00	Idem.	»	30 00	Idem.	Idem.
Alisier.....	Idem.	40 00	Idem.	»	40 00	Idem.	Idem.
Tilleul.....	Idem.	50 00	Idem.	»	50 00	Idem.	Idem.
Cerisier-merisier ...	Juin, juillet.	30 00	Idem.	»	30 00	Juillet (imméd.)	Printemps.
Cerisier-mahaleb . .	Juillet, août.	25 00	Idem.	»	25 60	Automne.	Idem.
Bouleau.....	Juillet.	40 00	50k 000	5f 00	90 00	Idem.	Idem.
Robinier.....	Novembre.	15 00	25 000	5 00	80 00	Printemps.	3 semaines ap.
Aune.....	Sept., oct.	10 00	5 000	1 00	220 00	Automne.	Printemps.
Cytise.....	Octobre.	40 00	35 000	10 00	142 85	Printemps.	1 mois après.
Ailante.....	Idem.	30 00	»	»	30 00	Idem.	3 semaines ap.
ARBRISSEAUX ET ARBUSTES							
Prunier de Briançon	Octobre.	10f 00	20k 000	3f 00	65f 00	Automne.	2e printemps.
Noisetier.....	Idem.	30 00	80 000	2 00	40 00	Idem.	Printemps suiv.
Amélanchier.....	Août.	30 00	80 000	4 00	42 50	Idem.	2e printemps.
Aubépine	Octobre.	15 00	75 000	3 00	24 00	Idem.	Idem.
Cornouiller sanguin.	Idem.	20 00	60 000	4 00	40 00	Idem.	Idem.
Nerprun (des Alpes, purgatif).....	Idem.	25 00	50 000	4 00	58 00	Idem.	Idem.
Prunier épineux....	Idem.	10 00	60 000	3 00	21 65	Idem.	Idem.
Sumac fustet.... ..	Juillet.	30 00	25 000	8 00	152 00	Idem.	Idem.
Troëne..... ...	Octobre.	20 00	50 000	3 00	46 00	Idem.	Idem.

Les graines d'essences résineuses sont, pour la plupart, fournies à l'Administration, au moyen d'adjudications publiques, par des maisons de commerce appartenant en majeure partie à l'Allemagne ou à l'Autriche, pays où l'industrie de la récolte de ces graines a pris un grand développement et possède de nombreuses sécheries.

Les cônes sont soumis, dans ces établissements, à une chaleur artificielle suffisante pour faire ouvrir leurs strobiles et permettre d'obtenir les graines qu'ils renferment. Nous ne pouvons entrer dans la description des procédés et des manipulations en usage dans ces usines sans risquer de sortir du cadre que nous nous sommes tracé.

Nous nous contenterons d'indiquer comment on peut obtenir certaines graines sans le secours de sécheries spéciales, en n'employant que des moyens à la disposition de tout agent forestier.

Il est certaines graines en effet qu'on peut avoir intérêt à récolter directement, soit qu'on veuille essayer des graines produites, sur les lieux mêmes, dans des conditions de climat entièrement analogues à celles des terrains qui les recevront ou en obtenir une certaine quantité à meilleur prix, soit qu'on ne puisse se les procurer autrement.

Nous rangeons dans la première catégorie : les pins d'Alep, pinier, sylvestre, à crochets, le mélèze ; et, dans la seconde : le cèdre, le sapin et le pin cembro.

Quant au pin maritime, son bon marché et son abondance dans le commerce le placent hors de cause. Le pin noir n'existe pas encore en assez grands massifs âgés en France pour prendre place ici, et le laricio ne se trouve qu'en Corse ; au surplus, ce que nous dirons des autres pins peut s'appliquer entièrement à ces trois derniers. Enfin, l'abondance et le très bas prix de la graine d'épicéa enlèvent tout intérêt à sa récolte directe.

Les cônes des pins d'Alep, pinier, sylvestre et à crochets s'ouvrent de la même manière, facile et économique ; il suffit de les soumettre à la chaleur solaire pendant l'été, en des

endroits exposés au midi et bien abrités contre les vents.

On dispose les cônes sur des toiles mobiles, étendues sur le sol; on les répand bien régulièrement avec un râteau, à raison de 25 litres environ par mètre carré de surface; à chaque demi-heure ou au moins toutes les heures, on les remue afin que tous reçoivent bien également la chaleur du soleil. Le soir, on les passe tous à la claie pour en extraire la graine; ensuite on les met à l'abri de la fraîcheur de la nuit, dans un hangar voisin.

Le deuxième jour, on remet les mêmes cônes sur les toiles et l'on recommence les mêmes opérations dans la journée; avant de les rentrer, on enlève avec le râteau les cônes qui sont entièrement ouverts; cette opération est très facile à faire, attendu que les cônes qui se sont dépouillés de leurs graines se trouvent toujours, après les divers remuages, au-dessus des autres à cause de leur légèreté; on a le soin toutefois de les passer encore une fois à la claie pour en séparer entièrement toutes les graines. Cette opération finie, on met les cônes vides de côté et l'on passe à la claie les cônes restants, avant de les remettre à l'abri de l'humidité de la nuit.

Le troisième jour, on replace sur les toiles tous les cônes qui ne se sont pas encore entièrement dépouillés de leurs graines, l'on en ajoute de nouveaux et l'on continue ainsi jusqu'à entier épuisement du stock des cônes approvisionnés.

Il faut environ une exposition de quatre jours consécutifs pour les mêmes cônes, et tous ceux qui, au bout de ce temps, viendraient à demeurer fermés pourront être rejetés, car le plus souvent leur graine est de mauvaise qualité.

On conçoit que cette durée de quatre jours peut varier d'un lieu à un autre. Cette donnée résulte d'expériences faites dans le climat tempéré et représente à vrai dire une moyenne.

D'autre part, certains cônes s'ouvrent mieux que d'autres; ainsi les cônes de pin d'Alep sont beaucoup plus faciles que ceux du pin sylvestre.

Le degré de chaleur nécessaire est à peu près identique pour

tous les cônes de pin ; mais si l'on veut se rendre compte de la température la plus favorable, il faut faire deux observations : l'une sur la température de l'air ambiant à une distance de 20 à 30 centimètres du sol, l'autre sur celle du sol lui-même sur lequel reposent les cônes.

Dans de nombreuses expériences, suivies avec soin, nous avons trouvé qu'au moment où les cônes s'ouvraient avec le plus de facilité, la température de l'air ambiant variait de 44° à 48° centigrades, tandis qu'à la surface du sol on passait aux mêmes moments de 50° à 57° ; aussi nous sommes-nous expliqué facilement pour quel motif les cônes paraissaient s'ouvrir plus rapidement à l'air libre que dans les étuves chauffées à une température égale à celle trouvée ci-dessus pour l'air ambiant.

Il résulte de cette observation que l'emploi de claies placées au-dessus du sol, pour l'exposition des cônes au soleil, doit être entièrement rejeté et que c'est sur la surface même du sol qu'on doit étendre les cônes en couches très minces.

L'ouverture des cônes au soleil est des plus économiques, car la manipulation nécessaire à la récolte des graines ailées n'exige, en général, qu'une dépense de 25 centimes par hectolitre de cônes ou par kilogramme de graines, car tel est le rendement moyen qu'on obtient en général.

Si les graines doivent être conservées un certain temps, il est préférable de leur laisser les ailes dont elles sont munies ; mais, avant l'emploi, il convient de les désailer dans l'intérêt de la régularité du semis et à cause de certaines préparations qu'il est souvent avantageux de faire subir aux graines. Le moyen le plus commode d'obtenir ce désailement consiste à humecter légèrement les graines ailées, à en remplir, au quart environ, un sac et à le faire secouer par deux ouvriers tenant chacun deux de ses quatre coins ; les ailes se séparent en peu d'instants, et il ne reste plus qu'à faire ressuyer les graines pour leur enlever leur humidité, avant de les mettre en dépôt.

Les graines de pin, en général, peuvent se conserver pen-

dant trois ou quatre ans (sauf celles des pins pinier ou cembro), si elles ont été mises à l'abri de l'échauffement et de l'humidité. Il faut donc les aérer souvent, les tenir dans des lieux secs et les abriter contre les rongeurs.

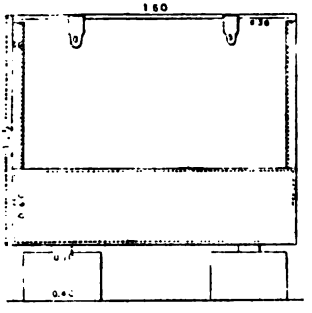


Fig. 60. — Caisse de Graines à Vannes. Vue de devant.

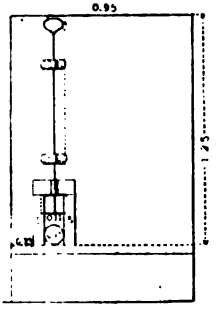


Fig. 61. — Vue de côté (intérieur).

Nous faisons usage à cet effet de grandes caisses, assez volumineuses, partagées en deux ou plusieurs cases verticales; à l'extrémité inférieure de chacune de ces cases se trouve ménagée, sur la paroi verticale, une ouverture circulaire, de 10 centimètres de diamètre environ, qui est bouchée intérieurement par une vanne mobile en fer, armée d'une tringle, dont la poignée arase le haut de la case, quand la vanne est fermée. Pour plus de sûreté, l'ouverture extérieure est bouchée par une petite porte en tôle mince. Dans l'intérieur de chaque case on peut placer une échelle limnimétrique indiquant le jaugeage en litres ou en kilogrammes des graines renfermées. La grande caisse est recouverte sur son fond et sur ses parois verticales, à 30 centimètres de hauteur, par une feuille de zinc qui interdit tout accès aux rongeurs. Elle est en outre maintenue à 40 centimètres environ au-dessus

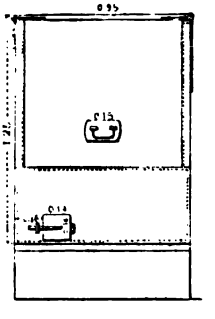


Fig. 62. — Vue de côté (extérieur).

du sol par deux traverses en bois ou en maçonnerie (*fig.* 60, 61 et 62).

Ainsi renfermées, les graines sont à l'abri de l'humidité et des animaux, et l'on sait toujours facilement, au moyen des échelles, les quantités qui restent en magasin. Enfin, leur aération est des plus faciles, car il suffit d'ouvrir les vannes et de placer, sous les ouvertures, des récipients tels que des doubles décalitres, qui, une fois remplis, sont immédiatement vidés dans la caisse; on obtient ainsi une aération très facile et grandement suffisante pour empêcher tout échauffement.

La graine de pin pinier se rancit facilement, aussi ne peut-on la conserver que pendant trois à quatre mois tout au plus.

Autant que possible, il convient de ne pas laisser vieillir les graines, car leur germination devient souvent très lente au point qu'elles ne lèvent qu'un an après les graines fraîches, ce qui peut compromettre gravement un semis, vu les dangers de toutes sortes que courent ces graines enterrées pendant un si grand laps de temps.

Pour obtenir les graines du sapin, il suffit d'opérer, avec les deux mains, une simple torsion des cônes; les strobiles se désagrègent et laissent à nu l'axe du cône; il ne reste plus qu'à séparer, au moyen d'un vannage, les graines des débris auxquels elles sont mélangées.

La graine du cèdre se recueille de la même façon; seulement il faut auparavant tremper les cônes pendant plusieurs jours dans l'eau, après quoi ils se désagrègent très facilement.

Ces deux sortes de graines, assez analogues quant à leur constitution, sont beaucoup moins faciles à conserver que celles des pins : c'est à peine si on peut les garder pendant quelques mois.

La graine de pin cembro s'obtient par la désarticulation des cônes, qui s'exécute très facilement quand ils sont bien mûrs, en les soumettant par tas de 1 à 2 hectolitres à un battage sommaire, et en opérant ensuite le triage des graines au moyen d'un lavage après lequel on les fait sécher au soleil

pour leur enlever l'humidité qui pourrait compromettre leur conservation ; les graines de pin cembro ne sont jamais ailées, même dans les cônes.

La graine de mélèze peut se récolter parfois dans des conditions de bon marché et de bonne qualité très remarquables. Dans certains années, la dissémination se produit de très bonne heure sous l'influence du *fœhn* (vent chaud du sud) et de l'humidité, et les graines tombent tout ailées sur la neige ; si, de suite après, le vent venant à tourner, les froids reviennent sans chute de neige, on peut, au moyen d'un simple balayage sur la neige durcie, faire une ample récolte de graines présentant les meilleures qualités qu'on puisse désirer.

Une fois les graines de résineux récoltées ou achetées au commerce, il importe au plus haut degré de se rendre préalablement compte de leur qualité germinative, afin de pouvoir doser d'une façon convenable les quantités à employer. A cet effet, l'Administration des forêts a centralisé tous les essais *au domaine des Barres*. Nous devons à l'obligeance de M. l'inspecteur des forêts Gouët, son directeur, les renseignements ci-après concernant ces essais, qui sont des plus intéressants dans la question qui nous occupe :

A l'arrivée aux Barres, les graines livrées pour les fournisseurs sont l'objet d'un premier pesage destiné à contrôler la livraison. Elles sont ensuite passées au tarare ; le déchet ne doit pas dépasser trois kilogrammes (3 kil.) par mille kilogrammes (1,000 kil.), excepté pour le mélèze pour lequel le déchet toléré est de trois kilogrammes (3 kil.) par cent kilogrammes (100 kil.).

Le nettoyage terminé, l'on prend de petites quantités de graines dans le tas, sur tous les points, à toutes les profondeurs. On les recueille, on les mélange, puis on prélève les prises définitives qui doivent servir aux épreuves de germination.

Les graines sont placées entre deux flanelles, une dessus,

une dessous, ou bien une flanelle pliée en deux. Ces flanelles ont environ 25 centimètres de longueur et moitié de largeur, ou 25 centimètres au carré, si la même flanelle est reployée; chaque flanelle porte une étiquette en zinc et un numéro d'ordre.

L'on place 600 graines fines (pin sylvestre, épicéa, mélèze, etc.) sur chaque flanelle, 400 graines moyennes (pin noir, pin laricio, etc.) et 300 grosses (pin maritime, pin cembro, etc.). Les flanelles ainsi garnies sont étendues sur des claies cannées dont le châssis est en fer. L'on renferme ces claies dans une cage en toile métallique pour empêcher l'introduction des souris.

Le tout est placé dans une serre chaude dont on maintient la température à 20° ou 25° centigrades aussi constante que possible, nuit et jour.

Trois fois par jour on humecte ces graines très légèrement. Ce détail est le plus important d'un essai bien fait; si on mouille trop, les graines pourrissent; si on ne mouille pas assez, les graines germent mal. Il est facile de voir si une flanelle est trop mouillée : il suffit pour cela de la soulever par un de ses angles; quand l'eau coule en filets par l'angle opposé, l'humidité est trop grande; si elle coule goutte à goutte, c'est bien; si elle ne coule pas du tout, ce n'est pas assez. Afin d'obtenir ce point bien précis, M. Gouët a imaginé de remplacer l'arrosoir par un pulvérisateur à boule de caoutchouc; l'eau tombe sur les graines en pluie imperceptible et on ne leur en donne que ce que l'on veut.

Tous les trois jours on fait un pointage, on enlève les graines germées; au bout de vingt et un jours l'épreuve est terminée; on additionne les pointages partiels et l'on calcule le tant pour 100.

Le résultat de *toutes* les épreuves est rapporté sur un registre, qui sera de plus en plus intéressant à mesure que le nombre des essais ira s'augmentant.

Pour le mélèze, le pin maritime et le pin cembro, l'épreuve

doit durer au moins un mois. Pour les autres graines, au contraire, on est presque toujours fixé sur la qualité des semences dès le dixième jour.

Telle est la marche suivie d'ordinaire pour les essais des graines résineuses; on emploie cependant des procédés plus précis encore en se servant d'une étuve, à température constante, marchant au gaz, mais la construction en est délicate et sa description nous entraînerait trop loin. On ne s'en sert du reste que dans les cas de doute, pour les expériences contradictoires, afin de se mettre à l'abri de toute cause d'erreur.

Nous résumons dans le tableau suivant toutes les indications utiles au sujet des graines des résineux qui nous occupent :

1° Les époques de la floraison, de la fructification et de la dissémination, qu'il est intéressant d'avoir parfois sous les yeux;

2° Le prix des différentes graines (maximum, minimum et moyen); certaines graines présentent des écarts très considérables, notamment le pin noir d'Autriche;

3° Le taux pour 100 de la valeur germinative résultant des expériences opérées au domaine des Barres, sauf en ce qui concerne le pin pinier, le cèdre et le sapin, dont les chiffres proviennent de nos observations personnelles;

4° Le poids d'un litre de graine désailée, de bonne qualité moyenne. Cette donnée formait jadis, avant les essais des Barres, une des bases principales de l'appréciation de la qualité des graines; mais l'expérience a démontré qu'on ne pouvait en tenir un compte bien rigoureux et que, contrairement à une opinion généralement accréditée, la graine la plus lourde n'est pas toujours forcément la meilleure; qu'une graine peut être lourde et n'être pas bonne, tandis qu'elle peut être légère et être bonne. On a trouvé en effet des graines de pin sylvestre pesant 515 grammes au litre et ne donnant que 52 pour 100 de germination, alors que d'autres graines ne pesant que 503 grammes ont donné 82 pour 100.

Des observations analogues faites sur le pin noir ont donné le résultat suivant :

Des graines pesant 540 gram. au litre ont donné 69 pour 100 de germination.

Des graines pesant 534 gram. au litre ont donné 88 pour 100 de germination.

Toutes ces graines avaient subi également les épreuves de propreté ;

5° Le poids des graines désailées fournies par un kilogramme de graines ailées ; cette donnée est souvent utile dans la pratique ;

6° et 7° Le poids d'un hectolitre de cônes et le rendement, en graines désailées, fourni par cent kilogrammes (100 kil.) de cônes ;

8° Le nombre de graines au kilogramme.

NOMS DES ESSENCES.	ÉPOQUE de la FLORAISON.	ÉPOQUE de la MATURITÉ des cônes.	ÉPOQUE de la DISSÉMINATION des graines.	PRIX DU KIL. DE GRAINE DÉSAILÉE à partir de 1873. Maximum.	Minimum.	Moyen.	TAUX p. 100 MOYEN DE LA VALEUR germinative exigible.	POIDS D'UN LITRE de GRAINE DÉSAILÉE.	PRODUIT DU DÉSAILEMENT d'un kil. de graine ailée.	POIDS D'UN HECTOLITRE de cônes.	RENDEMENT EN GRAINE DÉSAILÉE de 100 kil. de cônes.	NOMBRE MOYEN DE GRAINES au kilogramme.	DURÉE de la CONSERVATION.	GERMINATION.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pin d'Alep	Avril et mai.	Juin de la 3e année.	Juillet et août suivants.	2f 45	2f 15	2f 30	79 60	0k 523	0 719	41k 00	3k 460	56, 000	3-4 ans.	Prompte.
Pin maritime	Idem.	Automne de la 2e année.	Printemps suiv.	1 80	0 70	1 25	79 60	0 610	0 980	37 00	9 550	22, 000	Idem.	Lente.
Pin pinier	Idem.	Automne de la 3e année.	Idem.	1 50	1 00	1 25	85 00	0 670	(1)	70 00	15 000	1, 400	3-4 mois	Assez prompte.
Pin sylvestre d'Allemagne.....	Mai et juin.	Automne de la 2e année.	Début du printemps suivant.	6 70 (2)	5 90	6 30	80 00	0 516	0 700	52 00	2 100	150, 000	3-4 ans.	Prompte.
Pin laricio de Corse.	Idem.	Idem.	Idem.	7 40 (3)	5 90	6 65	80 00	0 530	»	»	»	»	Idem.	Idem.
Pin noir d'Autriche..	Idem.	Idem.	Idem.	5 25	2 55 (4)	3 90	82 00	0 532	0 800	56 00	2 750	48, 000	Idem.	Très prompte.
Cèdre.....	Septembre et octobre.	Juillet de la 2e année.	Printemps suiv.	4 15	1 75	2 85	85 00	0 330	0 816	42 00	11 42	5, 000	3-4 mois	Assez prompte.
Sapin.....	Avril et mai.	Octobre de la même année.	Même mois.	1 00	0 70	0 85	85 00	0 350	»	»	»	31, 000	Idem.	Idem.
Pin à crochets	Avril.	Automne de la 2e année.	Printemps suiv.	7 15	1 15	5 65	78 40	0 482	0 750	43 00	1 700	126, 000	3-4 ans.	Idem.
Épicéa	Mai et juin	Octobre de la même année.	Idem.	1 80	1 30	1 55	75 à 80	0 520	0 550	40 00	4 400	124. 000	Idem.	Prompte.
Mélèze	Juin.	Idem.	Idem.	2 80	2 30	2 55	35 à 10	0 475	(5)	36 00	1 000	160, 000	Idem.	Assez lente.
Pin cembro.....	Fin juin.	Automne de la 2e année.	Idem.	1 00	0 60	0 80	20 00	0 450	pas d'aile.	60 00	16 000 (6)	3, 600	3-4 mois	Idem.

1. L'aile se détache ou demeure dans le cône.
2. Le prix n'était en 1868 que de 3 francs. Les graines récoltées en France ne reviennent qu'à 3 francs environ, mais elles sont loin de suffire en ce moment aux besoins du service.
3. Le prix était de 5 francs en 1868.
4. On l'a eu en 1868 à 1 fr. 55 cent. le kilogramme.
5. Dans les sécheries, les graines sortent des cônes entièrement désailées.
6. Poids des graines fraîches, dont il faut déduire 4 p. 010 pour la dessication, ce qui le réduit à 14 kil. 240.

Exécution des Semis à demeure. — La mise en terre ou le semis des graines forestières peut s'opérer en employant divers moyens qui varient d'après la nature des graines, l'état superficiel du sol et les conditions du climat local.

A ne considérer que les moyens simples, qui seuls sont susceptibles d'emploi dans les grands travaux, et laissant de côté les instruments plus ou moins perfectionnés, dont le mérite, incontestable dans certains repeuplements en forêt, perd son importance dans les reboisements en montagne, on peut distinguer les modes suivants :

1° Pour les graines de feuillus ou non résineux :

Semis à l'araire, à la binette et à la pioche;

2° Pour les graines de résineux :

Semis à la volée, à la pioche, à la hache-prés, au râteau et à la binette.

Essences non résineuses. — Les glands de chêne rouvre, de chêne liège et de chêne vert peuvent être semés : à l'*araire,* dans les terrains préparés ou non ; à la *binette,* dans les terrains préparés par bandes ou par trous, et enfin à la *pioche,* dans les terrains non préparés.

Dans les terrains labourés à l'avance, le semis de glands s'opère ainsi : on trace, dans une direction aussi horizontale que possible, un premier sillon au moyen de l'araire derrière lequel marche un semeur qui place les glands au fond du sillon, de manière qu'ils se touchent presque (40 à 50 par mètre courant). A une distance pouvant varier, mais qu'il est préférable de maintenir de 75 centimètres à 1 mètre, on trace un nouveau sillon et ainsi de suite. Les glands demandant à n'être recouverts que de 2 à 3 centimètres, on fait passer sur les sillons une herse légère, dont on diminue, en tant que besoin, la puissance, en entrelaçant des branches flexibles entre ses dents, de manière que celles-ci ne puissent trop s'enfoncer en terre et amener une trop grande couverture sur les graines.

Ce mode de semis exige d'ordinaire, par hectare, de 20 à 25 hectolitres de glands.

Dans les terres non préparées à l'avance, on peut employer l'araire pour semer les glands par bandes alternes. On jalonne une première ligne aussi horizontale que possible, puis au moyen de l'araire on creuse un sillon de 20 centimètres environ de largeur. On ouvre, tout contre, un second sillon dont le déblai vient combler le premier. Un ouvrier, muni d'un râteau de fer, marche derrière l'araire et fait tomber avec son outil dans le second sillon, pour le remplir à moitié, la terre meuble qui demeure en forme de crête sur le premier; puis marche le semeur, qui pose ses glands en ligne de manière qu'ils se touchent presque (40 environ au mètre courant). Une fois ce deuxième sillon ainsi semé, on en ouvre un troisième destiné à fournir, par une partie de son déblai, la couverture de terre nécessaire aux glands, qui se trouveront ainsi semés en ligne au milieu d'une bande cultivée de 60 centimètres de largeur. Cela fait, on passe le râteau sur cette bande pour égaliser le sol et enlever les pierres trop fortes, qui pourraient empêcher les jeunes semis de bien lever.

On établit ensuite, dans les mêmes conditions, une nouvelle bande séparée de la première par un écartement susceptible de varier de 1m,50 à 3 mètres d'axe en axe. La quantité de glands nécessaires à l'hectare varie alors de 16 à 8 hectolitres. C'est de cette façon qu'on a exécuté dans Vaucluse une bonne partie des reboisements en chêne sur les versants du mont Ventoux (Vaucluse).

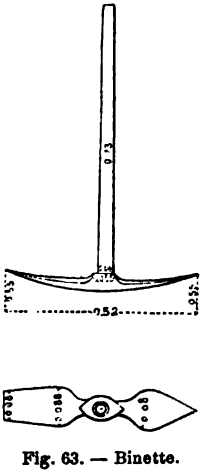


Fig. 63. — Binette.

Dans les terrains préparés par bandes ou par trous, le semis des glands s'opère au moyen d'un instrument nommé *binette*, qui est une sorte de réduction de la pioche à pic et n'en diffère que par ses dimensions, sa légèreté et la forme de sa pointe, qui est triangulaire au lieu d'être aussi effilée que dans la pioche. Cet outil permet d'ouvrir régulièrement et rapi-

dement, dans les sols cultivés à l'avance, des lignes de dimensions diverses, soit en profondeur, soit en largeur, et peut dès lors être employé pour toutes sortes de graines, quelle que soit l'épaisseur de la couverture de terre qu'elles exigent (*fig.* 63).

Les petits sillons, ainsi tracés, sont semés à raison de 40 à 50 glands par mètre courant; la quantité de glands nécessaires à l'hectare, qui dépend de l'écartement des bandes ou des trous, en outre de l'espacement de ces derniers, peut varier le plus généralement de 12 à 6 hectolitres, en admettant un écart maximum de 2 mètres entre les bandes ou les trous.

Les deux premiers modes de semis qui précèdent ne s'appliquent que dans les conditions spéciales qui ont déterminé l'obligation de préparer le sol à l'avance. Mais, dans la plupart des cas, notamment pour le chêne rouvre, qui habite un climat moins chaud et moins sec que les deux autres chênes, il y a tout avantage à semer les glands par petits potets, ouverts au moment même du semis. C'est dans la confection de ces potets que la pioche à pic (que nous avons décrite à l'article *Préparation du sol*) fournit la grande somme de précieux avantage. Il ne s'agit pas ici de cultiver le sol sur une surface plus ou moins étendue, il ne faut que la petite place nécessaire à la mise en terre de quelques glands. Mais, en même temps, il est important que les racines des jeunes sujets, dans leur début, trouvent un sol meuble et relativement frais, deux conditions qui exigent que le potet possède une certaine profondeur que la pioche dont il s'agit peut lui donner, rapidement et économiquement, en un ou deux bons coups bien assénés. Cela fait, on talute, par un léger coup de pioche, la partie supérieure du potet pour achever d'en remplir le fond avec la meilleure terre, et l'on y place de 10 à 12 glands qu'on recouvre de 2 ou 3 centimètres au moyen d'un léger coup de pioche donné à l'amont du talus, ce qui procure l'avantage de former une sorte de petite rigole qui amènera

dans le potet les moindres eaux pluviales qui viendraient à tomber.

Le chêne n'étant généralement pas semé dans des terrains absolument privés de toute végétation, la confection des potets les moins coûteux et les plus favorables au succès des semis se trouve singulièrement aidée par les restes des plantes diverses qui subsistent encore. Dans les terrains en pente, les arbustes rabougris ou abroutis, ainsi que certaines plantes herbacées venant en touffes, ont pu retenir à leur amont la terre végétale que, dans leurs intervalles, les eaux ne cessent de laver et d'entraîner. Il s'est formé là une sorte de bourrelet sur lequel, à l'abri de l'arbuste ou de la grande plante, se maintiennent quelques graminées, et qui présente dès lors les emplacements les plus favorables pour le semis des glands, tant au point de vue de la confection des potets, qui s'y trouve facilitée, qu'à celui des conditions de végétation, qui sont les meilleures que le terrain puisse fournir.

C'est donc toujours, ou du moins le plus possible, à l'amont des plantes subsistant encore sur le sol à reboiser qu'il sera préférable de semer les glands; dans les versants qui possèdent encore un peu de terre végétale, c'est à l'amont de ces plantes qu'on en trouvera davantage, et dans les pentes décharnées c'est là encore qu'on pourra procurer aux jeunes semis les meilleures conditions de végétation; car si des herbes s'y maintiennent, c'est qu'elles ont rencontré quelques fentes de rochers qui procurent à leurs racines un espace et une fraîcheur qu'on ne trouverait pas ailleurs. Dans les semis donc, comme dans toutes les opérations culturales que nous passerons en revue, il faut avant tout profiter du moindre abri et du moindre indice procurant les garanties d'une bonne végétation.

Les sols graveleux et pierreux sont des plus favorables à ce genre de semis du chêne, et il n'est pas rare d'y rencontrer de jeunes sujets beaucoup plus beaux que ceux végétant dans des trous préparés à grands frais à côté d'eux et placés d'ail-

leurs dans des conditions absolument identiques. Cette différence ne peut tenir évidemment qu'à l'influence de l'abri fourni au sol, par les pierres qui le recouvrent, contre les effets de l'évaporation et de la gelée. Aussi, chaque fois qu'on pourra le faire économiquement, est-il important de placer à l'aval des potets les pierres les plus grosses qu'on ait sous la main. On les dispose en forme de croissant ou de demi-cercle, qui met obstacle à tout déchaussement par les eaux, et maintient une assiette solide aux jeunes semis, tout en leur fournissant contre les grands vents un premier abri bien précieux.

Un semis par potets espacés de 1 mètre en tous sens exige environ de 7 à 8 hectolitres à l'hectare.

Si on met les potets à une distance moyenne de $1^{m},50$, la quantité se réduit à 4 hectolitres environ; enfin, à 2 mètres en tous sens, il ne faut plus que 2 hectolitres.

En ce qui concerne les semis exécutés sur des terrains préalablement préparés, la dépense est évidemment des plus variables, car elle dépend, dans chacun des modes de préparation, de la disposition préférée, de la valeur de la main-d'œuvre, de la nature du sol et du prix des glands. Aussi nous ne croyons pas nécessaire de donner à ce sujet un devis qui risquerait de n'être d'aucune utilité.

Il n'en est pas de même des semis par potets, dont le détail est très simple et sujet à des variations insignifiantes dans la question.

Dans un terrain moyen, un bon terrassier peut préparer et semer avec tous les soins désirables environ 500 potets dans une journée de dix heures.

En admettant le semis le plus complet, c'est-à-dire des potets à 1 mètre en tous sens, le prix de la journée de terrassier à 2 fr. 50, la valeur de l'hectolitre de glands à 8 francs, on aura pour un hectare :

Confection et semis de 10,000 potets à 5 fr. le mille.	50 fr.
Achat de 7 hectol. 5 de glands à 8 francs l'un . . .	60 fr.
Transport des glands à pied d'œuvre et frais divers.	5 fr.
TOTAL.	115 fr.

Tel est le prix le plus élevé que puisse coûter à l'hectare un semis de ce genre.

Il y a le plus souvent un grand intérêt à mélanger les pins avec les chênes, afin de procurer à ces derniers les abris que les jeunes plants réclament pour bien végéter pendant les premières années. On sème alors plus clair les glands, dont la quantité se trouve parfois réduite de moitié. Quant aux pins, on les introduit par voie de semis ou de plantation, suivant les cas et les différentes espèces appartenant à cette sorte d'essences résineuses.

Tout ce qui a été dit sur les semis du chêne s'applique aux semis du châtaignier, et les quantités de châtaignes employées sont généralement identiques à celles des glands dans les différents modes d'exécution.

Les graines du caroubier doivent être semées de préférence dans des trous profondément défoncés, vu la chaleur du climat et la nature du sol (le calcaire) où il se complaît. On sème les graines en plein dans les trous, et on les enterre à une profondeur de 3 centimètres environ, en donnant avec la binette une légère façon à la surface du sol.

La fin de février et le courant de mars sont les meilleurs moments pour exécuter le semis, car les graines enterrées trop tôt avant l'époque de la germination sont très sujettes à la pourriture.

Essences résineuses. — Dans l'emploi des résineux, le semis à *la volée* consiste à répandre les graines, comme on fait pour les céréales, sur toute l'étendue à ensemencer, après quoi, tantôt on les recouvre de terre, tantôt on les abandonne à elles-mêmes sur la surface du sol.

Dans le premier cas, le semis a été opéré sur un terrain

préparé ou défoncé auparavant; dans le second, au contraire, le sol est demeuré dans son état naturel.

Si le semis à la volée a été opéré sur un terrain labouré en plein et hersé, il suffit, pour le recouvrir, de donner un nouveau hersage, le plus léger possible; le plus souvent même on peut se contenter de remplacer la herse par un fort fagot d'épines, car les graines résineuses demandent à être aussi peu enterrées que possible.

On opère de la même façon, si le terrain, au lieu d'être labouré en plein, a été préparé par bandes alternes, tracées à l'*araire* comme pour les semis de glands.

Hâtons-nous de dire que ce genre de semis à la volée ne peut être avantageusement pratiqué que dans des conditions spéciales de sol et de climat qu'on rencontre très rarement dans les terrains à reboiser en montagne. Il exige l'emploi d'une grande quantité de graines et ne donne de bons résultats que dans les terrains légers et siliceux. C'est assez dire que le pin maritime seul présente les conditions pouvant faire adopter un semis de cette sorte. Sa graine est en effet à très bon marché; il préfère les sols siliceux et enfin il ne sort du climat chaud que pour demeurer dans les régions les plus douces du climat tempéré.

Au début de la grande entreprise de la régénération des montagnes, inaugurée par la loi de 1860, le semis à la volée a occupé, dans les travaux de reboisement, une part dont l'importance n'a pas tardé à décroître dès le jour où l'expérience a pu devenir concluante. A cette époque, le semis était réputé non seulement comme le meilleur, mais même comme le seul mode susceptible d'être appliqué au reboisement des vastes étendues. Aussi bien, la dépense qu'il entraînait était si minime, on pouvait parcourir sans délais, en une saison et sans grand travail, une si vaste surface, qu'à côté de ces avantages précieux, la plantation, avec l'outillage de plants à créer et la main-d'œuvre qu'elle nécessitait, ne devait être considérée que comme bonne tout au plus à combler des vides ou à

être employée sur de petites surfaces où les semis ne pourraient être tentés.

Dans les Alpes, on était d'autant plus fondé à compter sur e semis à la volée que l'on avait sous les yeux les résultats d'un certain nombre d'essais ordonnés en 1846 par l'Administration des forêts et exécutés par les agents locaux, soit à la volée, soit sur le sol *non préparé,* soit à la volée sur la *neige.* Ces semis avaient réussi pour la plupart avec un succès qui était d'un heureux augure pour ceux qu'on allait entreprendre sur une plus vaste échelle.

Le résultat fut loin de répondre à l'attente et fournit un utile enseignement.

Par places, en effet, on rencontre bien des peuplements superbes, mais c'est toujours exclusivement dans les terrains qui se trouvaient plus ou moins gazonnés au moment du semis; dans les places nues, au contraire, toute trace de semis a disparu dès les premières années. L'observation attentive des faits démontre surabondamment que la cause des insuccès réside uniquement dans l'absence d'abris, et que les essais tentés en 1846 n'ont dû leur succès qu'à cette condition d'avoir été opérés sur des terrains gazonnés ou couverts d'une végétation quelconque (*de Gayffier,* Pl. 35).

Au demeurant, malgré les résultats obtenus sur les places gazonnées, nous estimons que le semis à la volée, sur la neige ou non, ne peut être considéré comme une bonne opération; car, ne pouvant être exécuté raisonnablement que dans les gazons ou les terrains couverts de basse végétation, il a pour conséquence la perte d'une quantité considérable de graines qui, tardant à se trouver dans des conditions convenables à la germination, deviennent la proie des animaux ou se détériorent sous les influences atmosphériques; on arrive, dès lors, à n'obtenir tardivement que des résultats très incomplets, et il faut revenir sur les nombreux vides qui se manifestent.

A ce mode un peu primitif nous préférons de beaucoup celui du semis à la *pioche.*

Il consiste à ouvrir d'abord, avec le taillant de la pioche, un petit potet de dimensions aussi restreintes que possible. On recherche exclusivement l'aisselle des touffes de gazon ou des broussailles de toutes sortes qui garnissent le sol, et un seul coup de pioche suffit amplement pour ouvrir le potet, à la surface duquel on étend une pincée de graines qu'on recouvre légèrement à la main, de façon à les cacher simplement à la vue. Il importe de ne laisser préparer ni semer aucun potet dans les intervalles dénudés, car ce serait du travail et de la graine employés en pure perte.

Ce mode de semis doit évidemment s'appliquer surtout aux essences aimant les hautes altitudes, où la sécheresse n'est pas trop à redouter, c'est-à-dire à l'épicéa, au mélèze et au pin cembro. On pourrait cependant à la rigueur semer ainsi les pins sylvestre, noir et laricio, mais à la condition que le sol fût assez meuble et suffisamment garni de basse végétation; mais la plupart du temps on n'y trouvera d'avantages bien sérieux que dans les terrains formés de la décomposition des roches plutoniques.

Lorsqu'il opère dans les gazons courts, qu'on rencontre disséminés par petites plaques dans quelques parcelles de versants et qui ont pu échapper à la ruine générale, l'ouvrier se contente d'ouvrir le gazon avec le taillant de la pioche et l'attire un peu à lui sans l'arracher toutefois; il sort alors sa pioche de la fente béante, la retourne vivement et frappe du pic deux ou trois fois de suite, toujours au même point, jusqu'à ce que la douille arrive à toucher le sol; le trou se trouve alors creusé de 20 centimètres environ, tout en conservant sa très petite ouverture à la surface. Reprenant avec le taillant, il comble le trou en émiettant ses parois et le prépare ainsi à recevoir le semis; il prend alors une pincée de graines, les étale sur l'orifice du trou et les recouvre d'un centimètre environ de terre fine; il raffermit enfin le gazon par un coup du plat de sa pioche et passe à un autre trou.

On espace autant que possible les trous de 1 mètre en tous

sens; il serait imprudent de les écarter davantage à cause des déchets inévitables auxquels il est bon de parer d'avance, car il est toujours difficile de revenir sur un semis incomplet.

Afin d'obtenir plus sûrement le résultat désiré, on vient en aide à l'insuffisance du gazon par des semis de sainfoin (plante robuste qui germe et se développe rapidement) exécutés en mélange avec les graines de résineux, de façon que les jeunes semis forestiers se trouvent dès le début protégés de toutes parts par l'abri artificiel qui leur est ainsi fourni. Cette méthode nous a donné généralement d'excellents résultats dans les sols où le sainfoin ne joue qu'un rôle de regarnissage; mais elle serait périlleuse si elle était appliquée sur des terrains absolument privés de toute végétation, car les potets, espacés à 1 mètre, laisseraient entre eux des vides trop grands sur lesquels les influences atmosphériques, pouvant agir librement, ne tarderaient pas à compromettre l'existence des semis.

L'organisation d'un chantier [1], très simple d'ailleurs, s'établit ainsi qu'il suit :

Le chantier se compose de 22 hommes, dont :

1° Un chef de chantier chargé de la surveillance des ouvriers;

2° Un enfant de quinze à seize ans employé à assurer l'approvisionnement des graines et de l'eau à boire, afin que les ouvriers n'aient à se déranger en rien de leur travail pendant chaque séance;

3° 20 ouvriers travaillant à l'exécution des semis.

Chaque ouvrier est muni d'une pioche et d'un sac-tablier à deux poches, l'une pour les graines résineuses, l'autre pour les graines de sainfoin, dans le cas où l'on en aurait besoin. Ce sac-tablier est fixé à la ceinture sur le devant du corps de manière à être facilement à portée de la main droite sans gêner le travail de la pioche.

1. — Voir à la fin du volume le tableau des valeurs des journées d'ouvriers calculées par dixième jusqu'au nombre de six que comporte une semaine de travail. Note D. p. 435.

Il est de principe que, sur un versant donné, on commence toujours par le haut et qu'on procède par virées horizontales, dont le parcours est borné par les limites naturelles que présentent les ravins, les barres de rochers, les chemins, les croupes, etc.

Le chef de chantier place en conséquence ses hommes sur la ligne de plus grande pente, à 1 mètre les uns des autres, et choisit, pour occuper chacune des extrémités de la virée, deux des ouvriers les plus intelligents.

Cela fait, le n° 1 placé le plus haut, commence le travail en suivant une ligne horizontale, et quand il a terminé les deux premiers trous de sa ligne, le n° 2 commence à son tour en cherchant autant que possible à placer ses trous dans l'intervalle de ceux faits par le n° 1, tout en ayant soin de n'opérer que là où se trouve une plaque de gazon.

Les numéros suivants entrent successivement en ligne de la même manière, et une fois le travail en train, le chef de chantier se place à peu près au milieu de la virée, de manière à pouvoir bien surveiller ses hommes, tant pour la confection des trous que pour l'exécution des semis.

Arrivé au bout de la première virée, le n° 1 continue à faire des trous espacés de 1 mètre environ en descendant à reculons, suivant la ligne de pente; le n° 2 opère de même, en se tenant à 1 mètre de distance du n° 1, et ainsi des autres, jusqu'à ce que tous les ouvriers se trouvent sur la ligne inférieure de la première virée appartenant au n° 20. Cet ouvrier alors fait demi-tour, se place à 1 mètre en-dessous de sa ligne et commence le retour de la virée en conservant constamment sa distance à cette ligne qu'il connaît bien, puisqu'il l'a faite lui-même. Les numéros suivants continuent à faire des trous en descendant, jusqu'à ce que chacun d'eux, se trouvant à la distance voulue du numéro qui se trouve au-dessus de lui, puisse reprendre la nouvelle ligne horizontale que son rang lui attribue; le retour de virée se termine comme l'aller, et ainsi de suite jusqu'au bas de la parcelle à semer.

Dans des conditions ordinaires, chaque ouvrier peut confectionner et semer 1,000 trous par jour, ce qui donne 20,000 trous pour le chantier et 2 hectares de semis, si les trous ont été placés à 1 mètre en moyenne dans les deux sens.

En admettant que le chef de chantier soit payé à raison de 4 francs par jour (prix ordinaire dans la haute montagne), que les ouvriers reçoivent 2 fr. 50 cent., l'enfant 1 fr. 50 cent., la journée du chantier aura coûté 56 francs et, par suite, l'exécution des semis s'élèvera par hectare à la somme de 28 francs à laquelle il convient d'ajouter 2 francs pour frais de transport des graines sur la montagne, ce qui donne une première dépense montant à 30 francs.

Pour avoir le prix de revient de la dépense totale du semis à l'hectare, il ne restera plus qu'à ajouter à cette somme les valeurs des graines employées et le coût de la préparation qu'elles auront dû subir avant le semis.

Les quantités de graines que comporte à l'hectare un semis de ce genre, à 1 mètre en tous sens, sont :

Pour le pin cembro, de	30 à 40 kilog
Pour le mélèze, de	10 à 12 kilog.
Pour l'épicéa	5 kilog.

Bien que la graine de mélèze soit moins lourde que celle de l'épicéa et se trouve dès lors en plus grand nombre au kilogramme, il en faut plus du double à cause de la faible qualité germinative qui la caractérise. (*Voir le tableau des graines résineuses.*)

On peut apprécier, par analogie avec l'épicéa, la quantité de graines de pins sylvestre, noir et laricio qu'il faudrait par hectare dans les cas où, par exception, on voudrait leur appliquer ce mode de semis, ce que nous sommes loin de conseiller.

Quant à la préparation à faire subir aux graines avant les semis, elle consiste simplement dans une immersion plus ou moins longue, suivant les graines, dans l'eau pure ou mélangée de purin.

Cette précaution que nous avons inaugurée et contrôlée par des expériences successives, pendant de longues années dans les Alpes, a constamment produit les meilleurs résultats. Elle se justifie d'ailleurs par la saison où s'exécutent les semis et par le caractère spécial du climat alpestre.

En règle générale, les semis de graines résineuses ne peuvent et ne doivent en effet s'exécuter qu'au printemps. Les raisons de cette préférence sont multiples :

La nature en fournit d'abord une qui a bien son importance ; la plupart des graines qui nous intéressent ne se disséminent en effet qu'à la fin de l'hiver ou aux premières chaleurs du printemps. (*Voir le tableau des graines résineuses, col. n°* 4.)

D'autre part, il est d'expérience que les semis d'automne sont très sujets à la pourriture, et que ceux qui y échappent demeurent exposés pendant de longs mois aux ravages des mulots, des corbeaux et autres ennemis.

De plus, les semis d'automne qui échapperaient à tous ces dangers présentent un autre inconvénient qui, dans les hautes montagnes, est majeur et suffit à lui seul à les faire rejeter ; ils lèvent le plus souvent de trop bonne heure et se trouvent, à l'âge le plus critique, en butte aux gelées printanières souvent terribles qui se font sentir parfois jusqu'en juin.

Enfin, dans les régions méridionales, le printemps et l'automne sont loin d'être caractérisés comme dans les autres régions de la France ; il s'ensuit qu'au lendemain des grandes chaleurs de l'été, on passe le plus souvent au frimas de l'hiver, et cela brusquement. Dès lors, les hauteurs deviennent inabordables, et l'on serait bien obligé quand même de remettre le plus souvent les semis au printemps.

Mais si, sur les montagnes, on passe brusquement de l'été à l'hiver, on n'a pas une transition plus douce pour revenir de l'hiver à l'été, et le plus souvent les printemps sont de faible durée. Il faut donc que, dans le court intervalle qui sépare la fonte des neiges des chaleurs et de la sécheresse de l'été, les

jeunes semis soient effectués et levés hâtivement, et pour cela il devient indispensable d'aider le travail de la germination. De là l'importance de leur immersion dans l'eau.

Pour les graines d'épicéa, de pins à crochets, sylvestre, noir et laricio, il suffit d'une immersion de quarante-huit heures, vu le peu de dureté de leur enveloppe.

Mais il n'en est pas de même du pin cembro et surtout du mélèze, qui présentent des caractères tout opposés.

Pour le pin cembro, il faut faire durer l'immersion pendant quinze bons jours, et, pour le mélèze, trois semaines sont préférables encore; on peut diminuer un peu ce délai en mélangeant l'eau avec du purin dosé au cinquième environ, ou en additionnant à l'eau quelques gouttes d'acide chlorhydrique.

Il convient d'opérer, autant que possible, l'immersion dans le périmètre même, à portée des terrains à semer. On dispose, à cet effet, une série de barriques défoncées d'un côté et on répartit les graines à raison de 50 kilogrammes par barrique qu'on achève de remplir d'eau. On remue les graines fréquemment pour forcer celles qui surnagent à se tremper et on ne les retire qu'au moment où elles s'ouvrent facilement sous la pression de l'ongle. On a soin d'échelonner l'immersion suivant les quantités qu'on pourra semer journellement, de façon à ne pas risquer d'avoir des graines trop trempées ou d'avoir à les retirer momentanément de l'eau, ce qui serait une source de graves dangers, car il importe que les semis soient opérés sans que la graine ait pu perdre le degré d'humidité qui la saturait.

Lorsque, par une circonstance favorable, on se trouve avoir quelques parcelles de gazon, non plus disséminées ou clairiérées, mais au contraire formant une sorte de pelouse, du moins par places de quelques mètres carrés chacune, il importe de ne pas déchirer ces gazons, afin de laisser aux jeunes semis tout l'abri tutélaire qu'ils peuvent en attendre contre le gel et le dégel. La pioche ne trouve plus ici son emploi et doit être remplacée par la *hache-prés* (*fig.* 64 et 65), dont on se sert dans les prairies pour découper les gazons aux emplacements

des rigoles d'arrosage. En deux coups de cette hache on enlève un morceau de gazon en forme de coin très aigu, au fond de l'emplacement duquel on sème les graines. Les jeunes semis se trouvent dès lors entourés et protégés par le gazon.

Fig. 65.—Coupe.

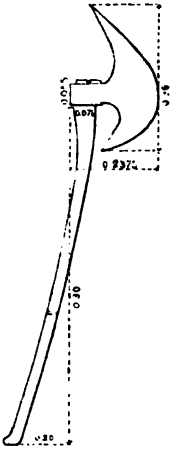


Fig. 64. — Hache-prés.

Les modes d'exécution que nous venons de passer en revue ne rencontrent aucune application dans les terrains préparés par bandes ou par trous défoncés préalablement ; lors donc qu'on se trouve dans ces conditions spéciales, le mieux est d'opérer en employant le râteau à tête en bois dur et à grandes dents en fer assez écartées entre elles. Cet outil ainsi construit est suffisamment lourd et résistant pour permettre d'en user au besoin comme d'une pioche, mais à condition de ne donner que de très petits coups répétés.

Pour opérer, on commence par ratisser le dessus de la bande ou du trou afin de bien en abattre les aspérités et en remplir les creux. On sème en plein sur toute la surface à la quelle on donne une légère façon en la piochant légèrement avec le râteau ; par ce moyen, on recouvre convenablement les graines sans trop les enterrer. Il est inutile d'enlever les pierrailles qui peuvent demeurer à la surface du sol ; elles ne seront que d'un inconvénient bien minime pour le semis, au moment où il lèvera, mais elles protégeront efficacement le sol contre le tassement par les grosses pluies et contre le dessèchement pendant les grandes chaleurs.

Les semis à demeure par bandes ou par trous ne s'emploient guère que dans les régions climatériques inférieures, la chaude et la moyenne ; si, dans la première, la sécheresse est surtout

dangereuse pour les semis, les gelées printanières deviennent déjà redoutables dans la seconde. Le mode de semis en plein est le plus avantageux contre ces deux dangers ; les jeunes sujets, en effet, également distribués sur la surface du trou, l'ombragent mieux au moment des chaleurs et produisent, au point de vue de la résistance aux gelées, un résultat bien plus certain que s'ils étaient placés en lignes, comme l'aurait fait un semis à la binette.

Dans le cas où les conditions de sol et d'exposition sont très défavorables au point de vue de la gelée, on mélange avec avantage de la graine de sainfoin aux graines résineuses, et l'on obtient ainsi plus de fraîcheur pendant l'été et un abri très sérieux contre l'effet du refroidissement.

Les quantités de graines à semer par *hectare* de terrain dépendent évidemment de la disposition des bandes ou des trous ; il est donc préférable d'indiquer ci-après la quantité de graines à semer par are de *terrain défoncé préalablement*, en faisant abstraction des parties laissées incultes :

Pour le pin d'Alep il faudra.	0k, 900	à l'are.
Pour le pin maritime.	1k, 500	—
Pour le pin sylvestre	0k, 400	—
Pour le pin d'Autriche	0k, 700	—
Pour le pin laricio	0k, 700	—

Un homme, dans sa journée de dix heures, peut exécuter en moyenne le semis de 3 ares de bandes ou de trous, ce qui, à 2 fr. 50 par jour, fait 85 centimes auxquels il convient d'ajouter 15 centimes pour frais de transport des graines sur le chantier et frais d'approvisionnement et de surveillance, ce qui élève à 1 franc le prix de l'are semé *après défoncement*.

Enherbement. — L'enherbement et le gazonnement sont des opérations qui ont toutes deux pour base l'exécution des semis de graines fourragères, mais qui diffèrent essentiellement dans leur but.

Tandis, en effet, que dans la seconde, *le gazonnement*, on se

propose la création d'une végétation herbacée susceptible de fournir au pâturage des ressources périodiques et perpétuelles, on ne recherche, au contraire, par la première, *l'enherbement*, qu'à produire une végétation herbacée appelée à un rôle de protection transitoire, sans faire entrer en ligne de compte la production fourragère. Aussi, pour bien fixer par un seul mot la distinction qui sépare cette opération de celle du gazonnement, l'on a eu recours à un véritable néologisme en adoptant le mot *enherbement*, qui s'applique à la production de la végétation herbacée employée comme auxiliaire du reboisement.

Le rôle de protection que l'enherbement est appelé à jouer est double : d'une part, dans les terrains à surface stable, on peut lui demander de fournir à certains jeunes plants un abri tutélaire contre les influences atmosphériques; d'autre part, dans les terrains à surface instable, il sert à fixer provisoirement la surface du sol qu'il défend contre l'érosion des eaux, et qu'il maintient ainsi autour des jeunes plants forestiers, incapables, dans bien des cas, de le conserver à eux seuls pendant les premières années de leur végétation.

C'est donc à ces deux points de vue que doit être étudié l'enherbement.

Le *sainfoin commun* (esparcette) est l'espèce de plante qui répond le mieux au but qu'on se propose dans les terrains stables; sa croissance rapide dès le début, son tempérament robuste, son aire d'habitation et son peu d'exigence en matière de sols le rendent très précieux pour l'abri à fournir aux semis à demeure et aux semis des pépinières volantes, sur les versants exposés aux gelées printanières. Le sainfoin ainsi mélangé aux graines forestières pousse beaucoup plus vite qne les jeunes plants ligneux, comble les vides qu'ils laissent entre eux, les protège contre les grosses pluies d'orage et la grêle, conserve ainsi à la surface le bénéfice de l'ameublissement, maintient après la moindre pluie la fraîcheur du sol en le mettant à l'abri des rayons solaires, de l'évaporation et des

grands vents, et lui fournit vers la fin de l'hiver, au moment le plus critique du gel et du dégel, une couverture suffisante pour en prévenir les désastreux effets.

Une série d'expériences, datant de plus de huit années consécutives et opérées dans les Basses-Alpes, n'a cessé de confirmer les bons résultats de cette méthode, qui, somme toute, ne fait que reproduire artificiellement les conditions naturelles que présentent exclusivement les terrains où les semis peuvent végéter dans leur première jeunesse.

Lorsque le sol a subi une préparation préalable, on sème le sainfoin soit en plein, soit par lignes, selon le mode adopté pour les graines forestières.

Lorsqu'il s'agit de graines résineuses, on peut avantageusement y mêler les graines de sainfoin, qui ne demandent pas à être plus recouvertes.

On facilite ainsi la régularité des semis, pour peu qu'on ait soin de souvent remuer le mélange contenu dans les sacs des semeurs, et l'on économise une énorme quantité de graines résineuses; car il n'est pas une personne ayant fait du reboisement qui n'ait constaté dans tous les semis par trous ou bandes cette alternative : ou des semis trop serrés ou un insuccès complet, dans les terrains soumis aux effets des gelées printanières; d'où résulte toujours une tendance à semer très dru, que combat l'emploi du sainfoin.

Si le semis des résineux est exécuté en lignes à la binette, on opère de la même façon pour celui du sainfoin, qui fournit une série de lignes intercalées avec les premières. Pour certains résineux on exécute même souvent le semis des lignes de sainfoin une année à l'avance, de manière que les jeunes plants forestiers trouvent un abri immédiatement et suffisant au moment où ils lèvent.

Dans les semis exécutés par potets, sans préparation préalable du sol, on emploie très utilement le sainfoin en mélange avec les résineux, sur les points où les gazons sont trop clairiérés, notamment pour les semis de pin cembro. Dans des

semis exécutés à la pioche par potets à 1 mètre de distance, on emploie environ 30 kilogrammes de graines de sainfoin à l'hectare.

Il se rencontre très souvent dans les périmètres des versants qui, sur tout ou partie de leur étendue, et bien que leur surface soit stable, se trouvent presque entièrement privés de toute végétation. Il y a tout intérêt alors à débuter par un enherbement préalable, qui peut s'opérer par potets, ou même à la volée, suivant la nature et la déclivité du sol.

Mais, dans ce cas, il est avantageux de mélanger au sainfoin diverses graines fourragères, telles que la *fenasse* et la *bauche*.

On désigne sous le nom générique de *fenasse* un mélange de diverses graines, notamment des graminées, où se rencontrent surtout le *brome des prés*, la *pimprenelle*, la *houque molle*, et dont le *fromental* (*avoine élevée*) forme la base principale.

La *bauche* est le *calamagrostis argenté*, très répandu dans les Alpes.

Ces diverses graminées ont un tempérament robuste et présentent sur le sainfoin l'avantage d'être très vivaces. Celui-ci, en effet, disparaît au bout de trois ou quatre ans, s'il n'a pu se régénérer par semis naturel; mais il possède la précieuse propriété de pousser rapidement et de fournir, dès la première année, aux jeunes semis forestiers l'abri sérieux qu'on lui demande, pour une durée de deux ou trois ans au plus, alors que les graminées ne peuvent le donner qu'à la seconde ou la troisième année.

Si donc il y a tout intérêt à employer le sainfoin seul, lorsque l'on n'a besoin que d'un abri de courte durée, il vaut mieux employer les graminées si l'abri doit durer longtemps, ce qui a précisément lieu aux grandes altitudes où la végétation ligneuse est très lente. Mais il n'en faudra pas moins se servir de sainfoin en mélange avec ces graminées, qui sont d'un tempérament moins robuste et auxquelles il fournira une protection presque indispensable pendant la première année

de leur croissance; dans ce cas, le mélange varie de 75 à 80 kilogrammes de sainfoin pour 25 à 20 kilogrammes de graminées.

Pour exécuter, soit sur des berges, soit sur des versants dénudés, un semis de fourragères par potets, on constitue un chantier composé de groupes de trois ouvriers, dont deux hommes et un enfant de quinze à seize ans ou une femme; supposons-le donc de 24 hommes (8 groupes de 3) dirigés par un chef de chantier.

Dans chaque groupe de 3 ouvriers, deux d'entre eux sont munis de la pioche et le troisième d'un sac contenant les graines fourragères mélangées préalablement, suivant le dosage adopté.

Comme toujours, on commence par en haut, et le semis doit être fait par potets à 50 centimètres de distance moyenne dans les lignes horizontales, ces lignes étant écartées entre elles de 1 mètre.

Les groupes marchent en virées horizontales; le premier groupe débute ainsi : l'ouvrier n° 1 fait, avec un coup bien asséné du taillant de sa pioche, un trou de 10 à 15 centimètres de côté, et en ouvre un second à 50 centimètres de distance sur la ligne horizontale. Alors l'ouvrier n° 2 commence une seconde ligne de trous espacés de 1 mètre de la première, et place ses trous de façon qu'ils se croisent avec ceux du dessus; puis l'ouvrier n° 3 sème une pincée de graines dans chacun des trous, en ayant soin de bien les mélanger avec la terre du dessus pour les recouvrir très légèrement.

Le deuxième groupe entre en ligne quelques instants après les débuts du premier et ainsi des autres.

Les virées s'opèrent à l'aller et au retour, comme nous l'avons indiqué pour les semis de résineux.

En admettant un mélange de 75 kilogrammes de graines de sainfoin avec 25 kilogrammes de graines de fenasse, un chantier ainsi organisé pourra parcourir par jour de travail une étendue de 1ʰ 60ᵃ, et semer 160 kilogrammes de graines.

La dépense se décomposerait ainsi :

Main-d'œuvre.	1 journée de chef de chantier à	4 fr. » =	4 fr. »
	16 journées d'ouvriers piocheurs à. . . .	2 fr. 50 =	40 fr. »
	8 journées d'ouvriers semeurs à	1 fr. 50 =	12 fr. »
			56 fr.
Valeurs des graines rendues sur place	120k de graines de sainfoin à.	0 fr. 40 =	48 fr. »
	40k de graines de fenasse à	0 fr. 80 =	32 fr. »
			80 fr.
	TOTAL.		136 fr.

Ce qui donne par hectare une dépense de 85 francs, dont :

Pour la main-d'œuvre	35 fr.
et pour les graines.	50 fr.

Le semis *à la volée* ne doit être opéré que sur des pentes qui ne présentent pas une déclivité trop exagérée.

Avant d'exécuter ce genre de semis, on prépare le sol de la manière suivante : 10 ouvriers, tous munis de pioches, marchent en virée horizontale par lignes espacées de 1 mètre, et d'un coup de pioche ouvrent le sol, à chaque pas de 50 à 60 centimètres; un semeur (généralement le chef de chantier), placé à l'amont, répand à la volée les graines, de haut en bas, de sorte qu'elles pénètrent facilement dans le sol ameubli des potets.

Ce chantier peut semer par jour une étendue moyenne de 2 hectares et 200 kilogrammes de graines.

La dépense se traduit ainsi :

Main-d'œuvre.	1 chef de chantier à 4 fr. » =	4 fr. »	
	10 piocheurs à . . . 2 fr. 50 =	25 fr. »	29 fr.
Graines. . . .	Sainfoin 150k à . . . 0 fr. 40 =	60 fr. »	
	Fenasse 50k à . . . 0 fr. 80 =	40 fr. »	100 fr.
	TOTAL.		129 fr.

Ce qui donne à l'hectare une dépense de 64 fr. 50 cent., dont :

Pour la main-d'œuvre.	14 fr. 50
et pour la graine	50 fr. »

Ce mode de semis à la volée peut être employé utilement et de préférence dans des sols peu compacts et rocailleux.

Dans les terrains à surface instable, dont le type le plus complet est fourni par les marnes noires du lias, et qu'on rencontre d'ailleurs dans bon nombre de berges de torrents et de ravins, l'enherbement a pour but, avons-nous dit, de produire rapidement une végétation qui mette obstacle à l'entraînement par les eaux pluviales des matières terreuses très fines, très divisées et très mobiles, dans lesquelles s'opère ou doit s'opérer le reboisement en essences forestières.

On conçoit facilement que, sans cette armature végétale, les jeunes plants mis en terre sur des pentes souvent très redressées risqueraient d'avoir en peu de temps leurs racines dégarnies du sol qui est appelé à les nourrir et qu'elles sont incapables au début de maintenir à elles seules, à cause de l'écartement qu'on est fatalement obligé de donner aux futurs arbres.

Il est donc rationnel d'introduire, dans les intervalles des plants forestiers, une végétation transitoire qui maintienne, pour quelques années au moins, la surface du sol, en attendant que leurs racines et leur couvert puissent y suffire.

Le mélange de sainfoin ($\frac{4}{5}$) et de fenasse ou de bauche ($\frac{1}{5}$) fournit, dans ce cas, le plus heureux effet. On peut le semer par trous, comme d'habitude, mais à la condition de ne pas rejeter les terres; sur les pentes les plus raides, le mieux est de produire une simple ouverture avec le taillant de la pioche. Mais, la plupart du temps, ce mode de semis doit céder le pas à celui dit par *sillons horizontaux*.

Pour opérer ce semis, on constitue un chantier composé d'un certain nombre de groupes de 3 ouvriers, dont deux piocheurs et un semeur (un enfant ou une femme). L'ouvrier n° 1 commence par creuser un sillon horizontal de 10 à 12 centimètres de largeur environ et de 10 centimètres de profon-

deur au plus; quand il en a fait quelques mètres, le n° 2 en commence un autre à 1 mètre environ au-dessous; enfin le n° 3 suit le mouvement et marche sur le deuxième sillon qu'il sème ainsi que le premier.

Les autres groupes entrent successivement en ligne et le chantier opère comme toujours par virées conduites et surveillées par le chef de chantier placé au centre.

Chaque groupe de 3 ouvriers peut ouvrir et semer en moyenne, dans une journée de dix heures de travail, 1,500 mètres courants de sillons qui consomment 21 kilogrammes de graines, ce qui donne 14 kilogrammes au kilomètre courant.

Un chantier composé de 30 ouvriers, soit de 10 groupes, plus son chef, peut donc ouvrir en une journée 15 kilomètres de sillons et semer 210 kilogrammes de graines, pour une dépense en main-d'œuvre s'établissant ainsi qu'il suit :

1 journée de chef de chantier	4 fr.
20 journées de piocheurs à 2 fr. 50	50 fr.
10 journées de semeurs à 1 fr. 50	15 fr.
TOTAL	69 fr.

Il résulte de ces données que le prix de revient du kilomètre courant de sillons se décompose ainsi :

1° Main-d'œuvre			4 fr. 60
2° Valeur des graines.	11k, 20 de sainfoin à. 0 fr. 40	= 4 fr. 48	6 fr. 72
	2k, 80 de fenasse à. 0 fr. 80	= 2 fr. 24	
TOTAL.			11 fr. 32

D'où l'on peut déduire les prix suivants à l'hectare, d'après la distance qui sépare les bandes entre elles, pour :

1m.00	d'écart.	113	fr.	30	dont	46	fr.	00	de main-d'œuvre et	67	fr.	20	p. 140 k.00 de graines.
1	50	—	75	35		30	65		—	44	80	93	30 —
2	00	—	56	30		23	00		—	33	60	70	00 —

Ces trois écartements sont ceux adoptés le plus généralement, car ils répondent à ceux qu'on emploie pour les lignes de plantation, ainsi qu'on le verra plus loin.

Dans les terrains les plus en pente, un écartement de 1 mètre en projection horizontale entre les lignes remplit complètement le but qu'on se propose. Chaque ligne de fourragères ne tarde pas à former une sorte de petite haie herbacée qui retient à son amont les parties les plus mobiles du sol. La vitesse d'écoulement que peuvent prendre les eaux tombant à la surface se trouve annulée par chacune de ces haies, par suite de la division et de l'arrêt que chacune d'elles produit sur l'écoulement superficiel, qui perd toute force d'entraînement; « *chaque brin d'herbe remplit une fonction à peine appréciable, qui, multipliée, conduit à un résultat d'une grande valeur* [1]. »

Les semis d'enherbement dans les terrains à surface stable peuvent être faits, soit en automne, soit au printemps, selon les conditions locales spéciales aux terrains qui les réclament.

Les semis d'automne doivent être opérés de très bonne heure, et, sur les grandes altitudes, il vaut mieux les entreprendre dès le 15 août, car les neiges arrivent souvent vers la fin de septembre.

Les semis de printemps doivent être, eux aussi, exécutés au début de la saison.

Mais, dans les terrains à surface instable, il est indispensable de réserver exclusivement tous les semis pour le milieu du printemps, afin de laisser les graines en terre le moins longtemps possible avant la germination; il est, en outre, essentiel de n'opérer qu'au moment où le sol encore frais et même humide permet aux ouvriers, sur les pentes abruptes, une circulation relativement facile, qui deviendrait impossible par la sécheresse. Le sol d'ailleurs se travaille mieux et présente plus d'assiette pour les graines.

Des Pépinières. — On désigne sous le nom de *pépinières* des terrains spécialement choisis et préparés pour y élever, en

1. —Viollet-le-Duc, *Le Massif du Mont-Blanc*, p. 243. (Baudry, éditeur, 1876.)

sécurité et dans les conditions les plus favorables à leur reprise, les plants d'essences forestières nécessaires aux travaux de plantations.

L'importance, la nature et la durée des soins à donner aux jeunes plants sont susceptibles de variations, car elles dépendent des exigences de l'essence et du mode de plantation qui sera employé.

Il y a telles essences qui, à la suite d'un simple semis et sans aucuns soins culturaux ultérieurs, peuvent fournir, au bout d'un an ou deux, des sujets présentant les conditions les plus favorables au succès d'une bonne plantation. Il en est d'autres, au contraire, dont les semis réclament des soins tout spéciaux, qui entraînent à des travaux de culture parfois importants.

D'autre part, une pépinière peut être destinée à fournir les plants nécessaires, soit à un seul périmètre ou à une de ses divisions, soit à un ensemble de périmètres situés dans une région donnée.

Ces conditions multiples ont déterminé deux grandes catégories dans les pépinières :

1° Les pépinières *volantes* ou *locales,* appelées, le plus souvent, à ne produire qu'en une ou deux fois les plants nécessaires à un terrain donné et n'exigeant d'ailleurs aucun des soins culturaux obligés dans les pépinières centrales;

2° Les pépinières *permanentes* ou *centrales,* qui ont pour but la production des plants, de tout âge et de tous genres, nécessaires aux travaux dans une région déterminée, et destinés à être expédiés par les moyens de transport en usage dans la localité.

Avant d'entrer dans l'examen détaillé de ces deux catégories de pépinières, il est indispensable d'exposer quelques considérations préliminaires sur les conditions que doivent présenter les sujets demandés aux pépinières par la plantation.

Certaines essences doivent être l'objet de *repiquages* ou *rigolages.* On désigne ainsi l'opération qui consiste à transplanter,

en lignes bien régulières et suivant un espacement voulu, les jeunes sujets fournis par les semis, et qui a pour but, soit de procurer ainsi à leurs racines un chevelu plus abondant et dès lors des chances de reprise plus complètes, soit en outre d'obtenir, si les plants doivent être âgés, les conditions de végétation les mieux équilibrées.

Les essences non résineuses et à feuilles caduques sont presque toutes repiquées en pépinière, sauf quelques rares exceptions. Les essences résineuses, au contraire, peuvent être employées sans cette précaution que l'épicéa seul exige dans certains cas spéciaux.

De cette distinction il résulte déjà naturellement que les essences feuillues forment le but principal de la culture dans les pépinières permanentes, tandis que les essences résineuses sont plus particulièrement confinées dans les pépinières locales.

L'emplacement d'une pépinière *permanente* doit répondre aux conditions suivantes :

1° Se trouver dans une position aussi centrale que possible par rapport aux différents périmètres qu'elle devra approvisionner en tout ou en partie;

2° Présenter un accès facile aux moyens de transport des plants ainsi que des engrais et des amendements à y employer;

3° Être à portée de la résidence ordinaire d'un agent forestier qui, sans perte de temps, pourra constamment en surveiller l'entretien;

4° Posséder un sol d'une fertilité moyenne ou meilleure encore, car elle doit produire des plants vigoureux et bien équilibrés, très aptes à une reprise certaine et prompte;

5° Ne pas occuper des fonds bas et humides où les gelées sont le plus à redouter, mais au contraire des versants à pentes très douces, exposés le plus possible à l'est ou au nord-est, afin d'éviter une trop grande précocité dans la pousse du printemps et un trop grand prolongement de la végétation à l'automne;

6° Être susceptible d'irrigation à l'eau courante, surtout dans les régions à climat sec, afin qu'il soit possible de parer aux dangers que produisent souvent les sécheresses précoces du printemps ou continues de l'été ;

7° Présenter une surface aussi homogène et un périmètre aussi régulier que possible, permettant une bonne division et facilitant la clôture.

L'ensemble de ces conditions ne se rencontrant jamais dans un périmètre de reboisement, on est toujours obligé de le rechercher dans des propriétés cultivées qu'on loue ou mieux que l'on achète chaque fois que c'est possible.

L'emplacement une fois déterminé, le premier travail à faire consiste à le partager en un certain nombre de grandes divisions au moyen de chemins de $2^{m},50$ à 3 mètres de largeur, permettant aux charrettes de circuler en tous sens.

Cela fait, on partage chacune des grandes divisions en carrés ou en rectangles d'une surface de 10 à 15 ares, séparés entre eux par de petits chemins ayant 1 mètre de largeur, pour les rendre accessibles à la circulation des brouettes.

Les carrés une fois tracés, on procède au nivellement des chemins grands et petits et on le combine de façon à rendre, d'une part, inoffensif l'écoulement des grandes eaux pluviales et à permettre, d'autre part, l'irrigation facile des carrés circonscrits par ces chemins.

On entreprend alors le premier défoncement des carrés en se guidant sur le nivellement opéré sur les chemins, et on l'opère à la bêche, à la houe ou à la pioche, selon les cas, en lui donnant une profondeur maxima de 40 centimètres, après avoir eu soin d'étendre au préalable une bonne couche de fumier sur la surface du sol à défoncer. L'époque la plus favorable pour ce genre de travail, si les conditions climatériques ne s'y opposent pas, est du 1er novembre au 15 mars. Les terrains préparés pendant cette période subissent les influences du gel et du dégel, et se trouveront, au moment où l'on voudra exécuter les travaux, dans les meilleures conditions de mise en

culture. Un simple labour suivi d'un coup de râteau suffira alors pour mettre le terrain à même d'être livré aux semis ou aux repiquages.

Le prix de revient de ce défoncement, en prenant l'*are* pour unité, peut être indiqué ainsi pour un terrain moyen :

3 journées d'homme à 2 fr. 50.	7 fr. 50
Fourniture et transport de 0me,500 de fumier à 10 francs le mètre cube.	5 fr. »
$\frac{2}{10}$ de journée d'homme pour le répandre à la surface	0 fr. 50
TOTAL par are pour le défoncement . . .	13 fr. »

Le prix de revient du labour destiné à mettre le sol en état sera le suivant :

1 journée d'homme à 2 fr. 50.	2 fr. 50
Ratissage et nivellement définitif avant exécution, $\frac{2}{10}$ de journée	0 fr. 50
PRIX de revient pour l'are	3 fr. »

Le prix de chacun des labours ultérieurs qu'on aura à exécuter sera nécessairement augmenté de la valeur des fumiers ou des amendements qu'on y emploiera et qu'on peut estimer à 5 francs, ce qui donnera 8 *francs à l'are* pour chaque labour nouveau.

On construit, dès le début, plusieurs fosses à parois maçonnées qu'on destine à recevoir le fumier et le terreau nécessaires aux semis et plantations.

Ces fosses sont mises à l'abri de la pluie et construites de manière que les eaux extérieures ne puissent s'y infiltrer; on est toujours certain alors de trouver le terreau prêt à être passé à la claie et facile à diviser, ce qui n'aurait pas lieu s'il était trop humide. Pour accélérer la décomposition du fumier, on l'arrose au besoin, et l'on peut ainsi doser la quantité d'eau qu'il reçoit.

Pour confectionner le terreau, on alterne, dans les fosses, le

fumier avec du sable, par couches de 15 centimètres d'épaisseur pour le fumier et de 5 centimètres pour le sable. Le terreau ainsi confectionné est bon à être employé au bout d'un an de stratification.

En admettant que le fumier et le sable soient à une distance moyenne de 2 kilomètres de la pépinière, un tombereau à un collier pourra transporter, dans une journée, 3 mètres cubes de fumier et 1 mètre cube de sable; le prix de revient des 4 mètres cubes de terreau confectionnés s'établira ainsi qu'il suit :

Transport de 3 mètres cubes de fumier et de 1 mètre cube de sable; 1 tombereau à un collier.	6 fr. »
Valeur du fumier, 3 mètres cubes à 8 francs l'un.	24 fr. »
Valeur du sable, 1 mètre cube à 1 franc	1 fr. »
Mise en fosse, 1 journée $\frac{2}{10}$ d'homme à 2 fr. 50 . la journée.	3 fr. »
Dépense pour 4 mètres cubes de terreau.	34 fr. »

D'où il résulte une valeur de 8 fr. 50 cent. par mètre cube de terreau en fosse.

Si l'on y ajoute le prix de la main-d'œuvre nécessaire pour passer à la claie 1 mètre cube de terreau au moment de l'emploi, qui est de $\frac{6}{10}$ de journée d'homme, soit 1 fr. 50., on obtient 10 *francs pour la valeur du mètre cube de terreau* prêt à être utilisé.

Pour tous les semis, quels qu'ils soient, à exécuter dans un carré donné, on prépare le sol par planches parallèles ayant une largeur maxima de $1^{m},20$ et séparées entre elles par des petits sentiers de largeur variable, destinés à permettre aux ouvriers d'opérer tous les sarclages utiles dans les planches, sans y pénétrer et sans dès lors risquer d'abîmer les jeunes plants.

Les résineux qu'on peut avoir à élever dans les pépinières centrales n'y trouvent pas toujours les conditions de climat de leur aire d'habitation, et les différences s'accentuent d'autant

plus que les essences appartiennent à des altitudes plus élevées.

On peut cependant être amené à produire des jeunes plants de ces différentes essences dans les pépinières centrales, et il faut alors avoir recours à certaines précautions qui, pour bon nombre d'entre elles, facilitent singulièrement le succès. Lors donc qu'on aura à redouter l'effet des vents ou du soleil, on opérera comme il suit :

On divisera le carré par des lignes espacées entre elles de $1^m,80$. Le long de chacune de ces lignes et à une distance de 40 à 50 centimètres on plantera, soit des boutures de peupliers, soit des plants de feuillus de 1 mètre de hauteur environ, de manière à former une série de rideaux destinés à abriter les semis contre les dangers que l'on redoute. Ces plants, qui pourront être renouvelés tous les trois ans, seront employés ultérieurement comme hautes tiges, au besoin, dans certains travaux.

De chaque côté des lignes d'abri ainsi formées, on réservera un petit sentier de 30 centimètres de largeur, de sorte que la planche à semer conservera une largeur de $1^m,20$.

Les graines seront alors semées par sillons, espacés entre eux d'axe en axe de 12 centimètres, ce qui donnera 11 sillons pour la planche entière.

Les lignes de feuillus ou de boutures destinés à servir d'abri aux jeunes plants devront être plantées avant le commencement de l'exécution des semis, afin que ceux-ci ne puissent souffrir aucun dégât résultant de l'opération.

La saison la plus favorable pour l'exécution de ce genre de semis varie du 15 mars à fin avril. On profitera, dès le beau temps, du moment où la terre sera assez ressuyée à la surface, tout en ayant encore une fraîcheur intérieure suffisante pour une prompte germination. Les graines lèvent au bout de dix-huit à vingt-quatre jours si la fraîcheur est bonne et la chaleur suffisante.

Pour exécuter rapidement un semis de pin, par exemple,

une fois le terrain cultivé et les planches préparées, la meilleure disposition est de composer le chantier par groupes de quatre ouvriers. Le n° 1, muni d'un cordeau, le place à 30 centimètres de distance de la ligne de feuillus ou de boutures plantés à une des extrémités d'un carré; il trace ensuite au moyen d'une binette un sillon de 1 à 2 centimètres au plus de profondeur, en suivant la ligne du cordeau. Dès qu'il a terminé, il le place à 12 centimètres de distance de la ligne tracée, creuse un deuxième sillon et ainsi de suite jusqu'à la fin de l'opération. Pour que les intervalles des lignes soient uniformes aux deux extrémités et afin que celles-ci soient toujours à angle droit avec le carré, le préposé chargé des travaux remet au sillonneur deux baguettes droites ayant 30 centimètres de longueur pour servir à donner la largeur des sentiers, et deux autres de 12 centimètres pour les intervalles des lignes. On en laisse une à chaque extrémité et près du cordeau; l'ouvrier est ainsi dispensé de les transporter à chaque changement. Le n° 2 (ordinairement une femme) suit le sillonneur, et, portant la graine dans un sac-tablier, il la répand aussi uniformément que possible sur toute la longueur du sillon. Le n° 3 (aussi une femme), muni d'un léger râteau, rabat, avec le dos de cet instrument, les ados formés par le creusement du sillon et couvre très légèrement les graines. Puis il étend sur la planche entière une couche de terreau qui ne doit pas excéder 1 centimètre. Le quatrième ouvrier apporte en brouette le terreau à pied d'œuvre.

L'opération marche rapidement, car chaque ouvrier n'a à s'occuper que du même travail, sans jamais changer d'instrument.

Le prix de revient du semis de résineux s'établit *à l'are*, comme il suit :

Dans la journée, un homme peut sillonner 125 mètres carrés de terrain préparé, que les deux femmes sèment et ratissent à la suite.

D'où il résulte que pour semer 1 are, il faut :	
$\frac{8}{10}$ de journée de sillonneur à 2 fr. 50. . . .	2 fr. »
$\frac{8}{10}$ de journée de femme pour répandre la graine, à 1 fr. 50	1 fr. 20
$\frac{8}{10}$ de journée de femme pour couvrir les lignes au râteau et au terreau	1 fr. 20
A quoi on doit ajouter $\frac{4}{10}$ de journée d'homme pour apporter en brouette le terreau à pied d'œuvre	1 fr. »
La valeur du terreau : $\frac{1}{2}$ mètre cube à 10 francs.	5 fr. »
TOTAL.	10 fr. 40

Aussitôt que les jeunes semis sont entièrement levés, l'on ajoute à la protection qui leur est fournie par les lignes de feuillus existant à chaque extrémité de la planche, un nouvel abri qui consiste à garnir les intervalles des lignes avec de la mousse fraîche, si l'on peut s'en procurer à proximité.

Cette opération présente l'avantage : 1° de garantir le sol contre le croûtement, et par suite de prévenir les fréquents binages que les semis nécessiteraient pendant l'été ; 2° d'empêcher, dans une large mesure, la pousse des mauvaises plantes et d'économiser ainsi une partie des sarclages ; 3° de garantir les plants contre les fortes pluies et grêles d'orage, et surtout contre la sécheresse, en conservant au terrain une partie de sa fraîcheur, et de diminuer ainsi ou même supprimer parfois les arrosages.

Le prix de revient à *l'are* est le suivant :

Achat de 100 kilogrammes de mousse, prix moyen	2 fr. »
1 journée $\frac{2}{10}$ de femme pour la placer dans les intervalles des lignes.	1 fr. 80
TOTAL pour 1 are.	3 fr. 80

Les jeunes semis, une fois levés, doivent être protégés contre les ravages des oiseaux, qui en sont très friands. Pour les éloigner, on fait circuler tout autour du carré semé un jeune

ouvrier muni d'un fouet qu'il fait claquer fréquemment, ou d'un pistolet qu'il tire à blanc de temps à autre. Cette précaution est des plus utiles, car les épouvantails ne produisent qu'un effet très court et peu efficace.

Pendant l'été et suivant les circonstances, les semis devront être sarclés et irrigués.

L'opération du sarclage, si les semis ont été garnis de mousse, sera facile et peu dispendieuse. Une femme, dans une journée payée 1 fr. 50, peut facilement nettoyer 1 are et demi de terrain en moyenne. Ce travail, qui n'aura pas besoin d'être répété plus d'une fois dans le courant de la saison, reviendra donc à 2 francs par are.

L'irrigation des semis exécutés par planches est peu coûteuse. Un ouvrier creuse au bord et de chaque côté des lignes de semis un sillon peu profond dans lequel il dirige une petite quantité d'eau qu'il y laisse assez longtemps pour que la planche entière soit imbibée d'eau entre deux terres, par suite de la filtration, sans que l'eau puisse couler à la surface, ce qui serait nuisible et parfois dangereux. Pendant les années ordinaires, deux arrosages, pratiqués à des époques bien choisies, sont suffisants pour entretenir en bon état de fraîcheur un carré de semis.

Le prix de revient de l'irrigation n'excède pas 1 franc par are, attendu que l'ouvrier chargé de ce travail peut, une fois que l'eau est dispersée dans plusieurs planches, creuser les sillons suivants au fur et à mesure, et se livrer même au sarclage des planches ou à d'autres travaux de culture ou d'entretien à proximité.

Les semis résineux peuvent parfois servir aux repeuplements dès leur première année. Ils ne doivent pas en général rester plus de deux ans en pépinière, sans quoi il y aurait risque de déchets nombreux.

Les jeunes résineux doivent être plantés au printemps; c'est donc à cette saison et au fur et à mesure des besoins qu'a lieu l'arrachage, qui constitue une opération assez

délicate. Pour y procéder, un ouvrier muni d'une pioche ou d'une houe entame la planche à une de ses extrémités; la jauge ouverte doit être assez profonde pour que les racines soient arrachées en entier sans être brisées et que l'ouvrier puisse détacher facilement les plants en mottes qu'il sépare ensuite avec précaution. Les jeunes plants sont placés au fur et à mesure, avec le plus grand soin, dans des corbeilles pour être expédiés au lieu de transplantation. Autant que possible ils sont disposés par paquets ou touffes, et dans le même sens pour que la terre restée adhérente aux racines leur conserve une fraîcheur suffisante et assure leur reprise dans une certaine mesure. On doit éviter, le plus possible, l'obligation de mettre en jauge les jeunes résineux qu'il importe de planter le plus tôt possible après leur arrachage.

Le prix de revient de l'arrachage peut être évalué approximativement comme ci-après, à l'are :

1 journée $\frac{4}{10}$ d'ouvrier payé 2 fr. 50	3 fr. 50
1 journée de femme pour mise en corbeilles. . .	1 fr. 50
TOTAL	5 fr. »

D'après les données qui précèdent, la dépense totale par are de résineux élevés en pépinière et prêts à être expédiés sera la suivante, en ne tenant pas compte des frais de premier établissement :

Culture préalable du sol, 1 are avec fumier. . .	8 fr. »
Exécution du semis	10 fr. 40
Fourniture et pose de la mousse	3 fr. 80
2 sarclages pendant l'été et entretien de la mousse.	2 fr. »
2 arrosages en moyenne.	2 fr. »
TOTAL.	26 fr. 20

Un semis de résineux, d'une bonne réussite moyenne, peut donner, selon les essences, de 200 à 500 plants au mètre carré, soit de 20,000 à 50,000 à l'are, d'où il résulte que le

mille de plants varie de 52 centimes à 1 fr. 30 cent., non compris la valeur de la graine employée.

Les quantités des graines désailées nécessaires à l'are sont les suivantes pour chacune des essences ci-après :

Pin d'Alep	5 kilog.
Pin noir	4 —
Pin sylvestre	3 —
Pin à crochets	3 —
Épicéa	3 —
Mélèze	8 —
Pin cembro	25 —
Cèdre	8 —

En général, les semis d'essences feuillues peuvent se passer de l'abri fourni par les lignes de plants recommandées pour les résineux. Leur végétation est en effet plus rapide et leur tempérament plus robuste ; elles sont presque toujours placées dans leur milieu ordinaire, et, si elles viennent à souffrir de la sécheresse, une simple irrigation les remet rapidement en bon état.

Les planches de semis, tout en conservant la largeur normale de $1^{m},20$, ne sont donc séparées que par la distance de 30 centimètres réservée aux petits sentiers. Elles peuvent sans inconvénient être plus longues que celles destinées aux résineux, qu'il importe de tenir courtes à cause des soins que réclament les jeunes semis ; on leur donne dès lors, le plus souvent, la longueur du carré même qu'elles occupent, tandis que celles des résineux n'en dépassent guère la moitié.

Les planches, n'étant plus indiquées à l'avance par des plantations en lignes, sont tracées en même temps que les sillons.

On opère économiquement en procédant comme il suit :

L'atelier se compose de quatre ouvriers : deux hommes pour sillonner et deux femmes pour semer. On remet aux deux hommes un cordeau, une binette et trois mesures, la première pour la largeur de la planche, la deuxième pour celle du sentier et la troisième pour la distance des lignes entre

elles; celle-ci doit être contenue dans la largeur de la planche autant de fois que l'on veut y faire de lignes. Les ouvriers se placent chacun à une des extrémités de la face du carré à entamer; ils tendent le cordeau au point de départ indiqué en enfonçant en terre le piquet qui se trouve à chacun de ses bouts; ils marquent la largeur de la planche en étendant la première mesure perpendiculairement au cordeau, puis suivant le cordeau, avec leur binette. ils ouvrent le sillon, en allant à reculons l'un contre l'autre jusqu'à ce qu'ils se rencontrent; s'ils travaillent tous les deux de la même main, l'un des deux commence au milieu de la longueur de la planche et marche alors dans la même direction que l'autre. Au fur et à mesure que les ouvriers ouvrent le sillon, les femmes y sèment la graine bien au milieu. Le premier sillon semé, les ouvriers changent le cordeau et le placent à la distance donnée par la troisième mesure; ensuite ils creusent le deuxième sillon, et les femmes le sèment de la même manière que le premier. Les ouvriers enterrent les graines du premier sillon en même temps qu'ils creusent le deuxième; pour cela, ils n'ont qu'à aplanir adroitement, avec un côté de leur binette tournée de champ, le petit talus qui sépare les deux sillons, et ils continuent ainsi jusqu'à la fin du semis de la première planche; celle-ci terminée, les hommes, avec la deuxième mesure, marquent les 30 centimètres de chemin en partant du point indiqué pour la largeur de la première planche, et entament le travail dans la deuxième planche, et ainsi de suite.

Les sillons doivent être creusés plus ou moins profonds, selon le semis que l'on veut faire : pour les graines légères, telles que celles d'orme, de bouleau, il suffit de 1 centimètre; les graines assez lourdes, mais petites, telles que celles de robinier et de cytise, demandent de 2 à 2 centimètres et demi; les graines lourdes et charnues, qui se sèment en automne, doivent être enterrées à 3 ou 4 centimètres de profondeur.

Les *sarclages* consistent dans l'enlèvement, à la main ou avec un petit sarcloir, des mauvaises herbes qui viennent à

pousser au milieu du semis et pourraient en compromettre la bonne végétation, si on leur laissait prendre un libre développement. Ces sarclages doivent s'opérer avant que les herbes aient fructifié, et autant que possible au lendemain d'une pluie, pour plus de facilité et de sûreté dans l'exécution. En effet, si le terrain est sec, on perd tout le bénéfice de l'arrachage à la main; l'herbe se casse et sa racine demeurée en terre ne tarde pas à donner de nouvelles pousses.

Ces travaux de sarclages sont exécutés par des femmes et coûtent en moyenne 1 franc par are.

Le *binage* est une légère façon donnée à la surface du sol au moyen de la binette, pour lui rendre l'ameublissement qu'il avait perdu par le tassement ou le croûtement. Il est exécuté généralement par des hommes, à la suite des irrigations opérées dans les carrés ou de grandes pluies d'orage. Un ouvrier peut biner 2 ares par jour, ce qui donne une dépense de 1 fr. 25 à l'are.

Les irrigations s'exécutent au moyen des petits sentiers qui séparent les planches entre elles. On ouvre sur chacun d'eux une petite rigole aboutissant à une rigole principale établie sur le chemin qui borde le carré; l'on fait passer et l'on maintient dans chaque rigole un léger filet d'eau, pendant le nombre d'heures suffisant pour que le sous-sol soit largement imbibé et que l'humidité remonte à la surface sans que l'eau l'ait parcourue. En arrosant ainsi entre deux terres, la surface du sol ne se serre pas, le croûtement est moins dangereux et les racines sont rafraîchies au point essentiel. L'emploi de ces irrigations exerce sur les jeunes plants une salutaire influence, en ce qu'il prévient la formation de longs pivots; les racines, en effet, trouvant près de la surface du sol la fraîcheur suffisante, n'ont aucun besoin de s'allonger démesurément.

Autant les irrigations sont avantageuses, et l'on peut dire même indispensables, dans les climats secs du Midi, autant les simples arrosages sont dangereux. Ils ne procurent pas une fraîcheur suffisante, tassent la terre, provoquent son

croûtement et sont en outre onéreux. Aussi ne sont-ils employés que dans des cas tout à fait spéciaux et exceptionnels.

Cela posé, nous allons passer en revue les semis des différentes essences feuillues qu'on peut avoir à élever en pépinière; nous indiquerons pour chacune d'elles les prix de revient du mille de plants en *pourrette*, c'est-à-dire de plants *d'un an* bons à repiquer.

Pour opérer un semis de glands, on espace les sillons de 20 centimètres entre eux, ce qui en donne sept par planche. On les creuse à 4 centimètres environ de profondeur, et l'on sème les glands au fond, de manière qu'ils se touchent. On arrive de cette façon à employer en moyenne 1 hectolitre et demi de glands par are.

Le devis de la dépense du semis et de son entretien pendant l'année s'établit ainsi, *à l'are :*

Labour et fumure du terrain	8 fr. »
1 journée de sillonneur à 2 fr. 50.	2 fr. 50
1 journée de semeur à 1 fr. 50	1 fr. 50
1 hectolitre et demi de glands à 8 francs l'un . .	12 fr. »
1 sarclage.	1 fr. »
2 binages à 1 fr. 25 l'un.	2 fr. 50
Irrigation	0 fr. 50
TOTAL	28 fr. »

Dans un semis ainsi opéré et convenablement réussi, on peut compter trouver de 10,000 à 12,000 jeunes plants d'un an, qui réclameront pour leur arrachage 2 journées d'homme, soit une dépense de 5 francs, de sorte qu'en définitive les plants de chêne d'un an, prêts à être employés en repiquage, reviendraient à 3 fr. 30 cent. par mille au maximum.

Pour éviter les frais de repiquage, on se sert d'un outil, dit bêche *coupe-pivot,* dont le fer, assez long et plat, au lieu d'être carré au bout, se termine en un biseau bien tranchant. On enfonce cette bêche obliquement et l'on coupe en terre à 15 centimètres environ de la surface du sol le pivot des jeunes chênes, sans les ébranler ni les déranger du milieu dans le-

quel ils végètent. Les racines émettent alors un chevelu abondant qui procure aux plants des conditions de reprise facile, dès la seconde année qui suit cette opération.

Pour arriver au prix de revient définitif de 10,000 jeunes plants de chêne de trois ans bons à être plantés, il faut ajouter aux 28 francs trouvés ci-dessus :

Ci	28 fr. 00
1° Les frais d'emploi de la bêche coupe-pivot, $\frac{8}{10}$ de journée	2 fr. »
2° Les sarclages et les binages pendant deux années nouvelles.	5 fr. »
3° L'arrosage pendant la seconde année.	1 fr. »
Ce qui donne une dépense totale de . . .	36 fr. »

soit un prix de revient de 3 fr. 60 par mille de plants de trois ans prêts à être arrachés.

Les samares de l'orme, mûres en mai, doivent être semées aussitôt qu'elles sont récoltées, car elles sont d'une conservation des plus difficiles.

Le meilleur mode de semis consiste à les répandre sur le sol de la planche de façon à le cacher entièrement aux yeux. Cela fait, on recouvre les graines avec une couche de 1 à 2 centimètres de terreau bien fin et passé à la claie. Afin de hâter et d'assurer même la germination, on arrose à l'arrosoir à pomme, matin et soir, chaque planche semée; dans un délai de douze à quinze jours, le semis est levé totalement, après quoi il faut encore l'arroser, mais plus rarement, jusqu'à ce que la taille des jeunes plants permette l'irrigation.

Les graines, au moment des semis, sont encore un peu fraîches, et c'est à peine si leur samare est desséchée. Aussi doit-on employer pour un semis de ce genre 16 kilogrammes de graines à l'are, qui produiront un minimum de 20,000 jeunes plants pour une dépense qui se chiffre ainsi :

Culture et fumure du sol.	8 fr. 00
Exécution du semis, 2 journées de femme à 1 fr. 50 .	3 fr. »
Valeur des 16 kilogrammes de graines à 25 centimes l'un	4 fr. »
Valeur du terreau employé, 0^{mc},800 à 10 francs.	8 fr. »
Transport de terreau à la brouette	1 fr. »
Arrosage à l'arrosoir, à 50 centimes par jour, pendant vingt jours	10 fr. »
1 sarclage pendant l'été	1 fr. »
2 binages	2 fr. 50
Irrigation	1 fr. 50
DÉPENSE TOTALE.	39 fr. »

D'où résulte un prix de revient de 1 fr. 95 par mille de plants en *pourrette,* c'est-à-dire d'un an, bons à être repiqués.

Les semis des autres essences feuillues n'offrant aucune particularité remarquable et présentant entre eux une grande analogie en ce qui concerne leur exécution, nous réunissons dans le tableau suivant (page 266) toutes les données utiles à leur exécution et à l'estimation du prix de revient du mille de plants en *pourrette,* prêts à être repiqués ou plantés.

Il y a donc lieu, pour obtenir ces prix, d'ajouter aux frais de l'exécution et de l'entretien des semis pendant la première année la dépense occasionnée par l'arrachage, le comptage et l'habillage des plants. L'arrachage s'opère à la bêche, à la houe ou à la pioche; l'ouvrier entame chaque planche de semis en ouvrant une jauge de 30 à 40 centimètres perpendiculaire à sa longueur, et en la propageant parallèlement à elle-même jusqu'à son autre extrémité. Au fur et à mesure que les mottes de plants tombent dans la jauge, il les sépare, en retire tous les sujets, en ayant soin de les prendre par la tête, et il les pose derrière lui sur le terrain nouvellement remué. Une femme les recueille, les *habille,* c'est-à-dire pare leurs racines, en coupant les pivots à une égale longueur de 15 à 20 centimètres au maximum et rafraîchissant, par une section nette, toutes les petites racines qui auraient pu être

NOMS DES ESSENCES.	MODES DE SEMIS.	QUANTITÉ DE GRAINES A L'ARE.	DÉPENSE A L'ARE.								QUANTITÉ DE PLANTS en pourrette par are.	PRIX DE REVIENT du mille de plants en pourrette sur pied.	COUT de L'ARRACHAGE par mille de plants d'après une dépense de 5 fr. par are.	PRIX DE REVIENT du mille de plants en pourrette, prêts à être employés.
			VALEUR des graines.	CULTURE du sol.	EXÉCUTION des semis.	VALEUR du terreau employé.	ARROSAGES.	IRRIGATIONS.	SARCLAGES.	BINAGES.	TOTAL de la dépense.				
			fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.		fr. c.	fr. c.	fr. c.
Chêne rouvre.....	Par sillons à 0m,20 et 0m,04 de profondeur.....	1k,5	12 00	8 00	4 00	»	»	0 50	1 00	2 50	28 00	10,000	2 80	0 50	3 30
Orme.....	En plein sur la planche, avec couverture en terreau...	16k,00	4 00	8 00	3 00	9 00	10 00	1 50	1 00	2 50	39 00	20,000	1 95	0 25	2 20
Frêne.....	Par sillons à 0m,20 et 0m,02 de profondeur (1).....	15,00	6 00	8 00	2 50	»	»	1 00	3 00	2 50	23 50	15,000	1 56	0 33	1 89
Érable sycomore....	Idem (2).....	16,00	5 60	8 00	3 00	5 00	»	1 00	1 00	2 50	29 10	15,000	1 74	0 33	2 07
Érable champêtre...	Idem (2).....	16,00	4 80	8 00	3 00	5 00	»	0 50	1 00	2 50	24 80	18,000	1 37	0 21	1 58
Érable négundo	Idem (2).....	12,00	2 40	8 00	3 00	5 00	»	1 00	1 00	2 50	22 90	15,000	1 54	0 33	1 87
Tilleul.....	Idem (3).....	10,00	5 00	8 00	3 50	»	»	1 00	3 00	5 50	22 00	6,000	3 66	0 83	4 49
Sorbier des oiseleurs	Idem (4).....	20,00	9 00	8 00	3 00	»	»	1 00	3 00	2 50	26 50	5,000	5 50	1 00	6 50
Sorbier domestique.	Idem (4).....	20,00	6 00	8 00		»	»	1 00	3 00	2 50	23 50	5,000	4 70	1 00	5 70
Alisier blanc.....	Idem (4).....	30,00	12 00	8 00	3 00	»	»	1 00	3 00	2 50	29 50	5,000	5 90	1 00	6 90
Cerisier-merisier....	Idem (4).....	30,00	9 00	8 00		»	»	1 00	2 00	2 60	26 00	12,000	2 16	0 41	2 57
Cerisier mahaleb....	Idem (4).....	20,00	5 00	8 00	2 50	»	»	0 50	1 00	2 50	20 00	20,000	1 00	0 25	1 25
Bouleau.....	En plein sur la planche, avec couverture en terreau....	10,00	9 00	8 00	3 00	9 00	»	1 50	2 00	2 50	35 00	10,080	3 50	0 50	4 00
Robinier	Par sillons à 0m,20 et 0m,03 de profondeur.....	4,00	3 20	8 00	2 50 3 00	5 00	»	1 00	2 00	2 50	24 20	18,000	1 35	0 27	1 62
Aune.....	En plein sur la planche, avec couverture en terreau...	3,00	6 60	8 00	3 00	9 00	»	2 00	3 00	2 50	34 10	10,000	3 41	0 50	3 91
Cytise.....	Sillons de 0m,03	4,00	4 60	8 00	2 50	5 00	»	1 00	2 00	2 50	25 60	15,000	1 70	0 21	1 91
Ailante glanduleux.	Sillons de 0m,02.....	5,00	1 50	8 00	3 00	5 00	»	1 00	2 00	2 50	23 00	20,000	1 15	0 25	1 40
Prunier de Briançon	Sillons de 0m,04 espacés de 0m,15.....	40,00	26 00	8 00	4 00	»	»	0 75	1 00	1 25	41 00	25,000	1 64	0 20	1 84
Noisetier.....	Idem.....	25,00	10 00	8 00	3 00	»	»	0 75	1 00	1 25	24 06	15,000	1 60	0 33	1 93
Aubépine.....	Idem.....	30,00	8 20	8 00	3 00	»	»	0 50	3 00	1 25	23 95	30,000	0 79	0 16	0 95
Cornouiller sanguin.	Idem.....	30,00	12 00	8 00	3 00	»	»	0 50	3 00	1 25	27 75	20,000	1 38	0 25	1 63

1. Ne levant qu'à la deuxième année, il exige des sarclages plus nombreux.
2. Semis toujours bien drus; germination précoce.
3. Ne levant qu'à la deuxième année; semis toujours incomplets.
4. Les graines sont semées fraîches et avec leurs enveloppes.

déchirées. Elle compte en même temps les plants et les met en jauge provisoire, si besoin est, en les séparant par groupes de centaines ou de milliers.

Ce petit chantier, en opérant ainsi, peut arracher et préparer en une journée les plants contenus dans $\frac{8}{10}$ d'are; la journée du chantier coûtant 4 francs, il en résulte pour l'are une dépense de 5 francs, qui augmentera le prix de revient des plants en proportion de leur nombre à l'are.

Ainsi que nous en développerons les motifs à l'article *Plantation,* nous ne sommes pas d'avis qu'il y ait avantage, en général, à employer dans le reboisement des montagnes des plants résineux ayant subi un repiquage préalable en pépinière. Il n'y a guère que l'épicéa qui puisse, dans certains cas spéciaux, faire exception à cette règle générale, dont l'application, faite dans les Alpes sur une large échelle et pendant une période suffisamment longue, a produit les résultats les plus concluants et les plus économiques.

En ce qui concerne les feuillus, les conditions ne sont plus les mêmes; la destination et le mode de plantation réservés à nombre d'entre eux exigent l'emploi de plants d'une certaine taille et d'une reprise rapide facilitée par la production des racines abondantes, conditions que le repiquage leur procure en peu de temps.

Les plants repiqués peuvent être employés après une ou plusieurs années de transplantation, selon la taille des plants qu'on veut obtenir et le but de leur emploi.

Au bout d'un an de repiquage, on a généralement des basses tiges; après deux ans, on obtient des tiges moyennes, et à trois ans et plus, on n'a plus que des grandes tiges.

Si l'on veut s'en tenir aux basses tiges, l'écartement entre chaque ligne pourra varier, selon les essences, de 25 à 30 cent., et l'espacement des plants dans les lignes, de 10 à 20 cent.

Pour les moyennes tiges, on devra augmenter légèrement ces dimensions et donner 30 à 40 cent. à l'écartement des lignes et 20 à 25 cent. à l'espacement des plants dans les lignes.

Enfin, pour les hautes tiges, il conviendra de donner aux lignes au moins 50 centimètres d'écartement et aux plants un espacement minimum de 40 centimètres.

Une fois fixé sur l'espacement et l'écartement qu'on veut donner aux plants, le terrain étant bien préparé à l'avance, on procède de la manière suivante pour exécuter les repiquages :

Le chantier se compose, comme pour le semis des feuillus, de deux hommes pour ouvrir les lignes, mais avec une houe très étroite au lieu d'une binette, et de deux femmes pour mettre en place les jeunes plants.

Les deux hommes placent leur cordeau sur la première ligne et entreprennent l'ouverture de la première rigole en étendant le déblai en dehors du carré; ils placent ensuite le cordeau sur la deuxième ligne d'après la mesure qui leur a été donnée pour l'écartement. Les femmes commencent alors à poser les plants dans la première rigole, en les appuyant contre la paroi opposée et les espaçant d'après la mesure qui leur a été donnée et qu'elles portent à la main. Les piocheurs entament en même temps la deuxième rigole et en versent le déblai, de haut en bas, dans la première qui se trouve dès lors remplie et plantée à mesure que s'ouvre la deuxième; l'opération se continue ainsi sur tout le carré. Les femmes, terminant toujours la pose des plants dans chaque rigole avant que les hommes aient fini de la remblayer, emploient les intervalles de temps qui leur restent ainsi à redresser les plants que le remplissage de la rigole aurait pu déranger et à les receper au sécateur, si cela est jugé opportun.

Le chantier ainsi composé peut préparer et repiquer 1,000 mètres de rigoles par jour, pour une dépense de 8 francs.

Cette donnée étant acquise, le tableau suivant indique : 1° le nombre des plants que l'on aura par are, suivant les différents écartements des lignes entre elles et l'espacement donné aux plants dans chacune d'elles; 2° la dépense du repiquage au mille de plants.

ÉCARTEMENT des LIGNES.	ESPACEMENT des PLANTS.	NOMBRE DE PLANTS à l'are.	LONGUEUR CUMULÉE des rigoles à l'are.	PRIX DU RIGOLAGE à l'are, à raison de 8 fr. le kilomètre de rigole.	PRIX DE REVIENT du rigolage au mille de plants.	OBSERVATIONS.
mètres.	mètres.		mètres.	fr. c.	fr. c.	Pour un même écartement entre les lignes, le prix de revient du mille de plants augmente nécessairement avec leur espacement; c'est ce que fait ressortir le tableau pour chaque écartement possible.
0,15	0,05	13,320	666	5,23	0,39	
	0,10	6.660	666	5,23	0,78	
	0,15	4,435	666	5,23	1,18	
0,20	0,05	10,000	500	4,00	0,40	
	0,15	5,000	500	4,00	0,80	
	0,20	3,330	500	4,00	1,20	
	0,25	2,500	500	4,00	1,60	
0.25	0,10	4,000	400	3,20	0,80	
	0,15	2,640	400	3,20	1,22	
	0,20	2,000	400	3,20	1,60	
	0,25	1,600	400	3,20	2,00	
0,30	0,15	2,217	333	2,66	1,20	
	0,20	1,665	333	2,66	1,60	
	0,25	1,332	333	2,66	2,00	
	0,30	1,108	333	2,56	2,39	
0,35	0,15	1,865	285	2,28	1,23	
	0,20	1,600	285	2,28	1,42	
	0,25	1,120	285	2,28	2,03	
	0,30	932	285	2,28	2,45	
	0,35	784	285	2,28	2,92	
0,40	0,20	1,250	250	2,00	1,60	
	0,25	1,000	250	2,00	2,00	
	0,30	833	250	2,00	2,42	
	0,35	700	250	2,00	2,85	
	0,40	625	250	2,00	3,23	
0,45	0,25	888	222	1,78	2,02	
	0,30	739	222	1,78	2,22	
	0,35	622	222	1,78	2,87	
	0,40	555	222	1,78	2,23	
	0,45	493	222	1,78	3,63	
0,50	0,30	666	200	1,60	2,42	
	0,35	560	200	1,60	2,85	
	0,40	500	200	1,60	3,20	
	0,45	444	200	1,60	3,63	
	0,50	400	200	1,60	4,00	
0,60	0,40	415	166	1,33	3,24	
	0,50	332	166	1,33	4,03	
	0,60	276	166	1,33	4,92	

Les saules et les peupliers se propagent le plus ordinairement par boutures, que l'on se procure généralement sur place, en ce qui concerne quelques espèces indigènes. Mais on peut être amené à employer des espèces soit indigènes étrangères à la localité, soit des espèces exotiques, telles que les peupliers du Canada, de la Caroline, de Simon, etc., qui donnent des sujets remarquables par la vigueur de leur végétation et la bonté de leurs produits. Le meilleur moyen de les propager consiste à élever en pépinière un nombre convenable de sujets, qu'on exploite périodiquement, et qui, à la condition d'être bien cultivés, peuvent durer pendant de longues années.

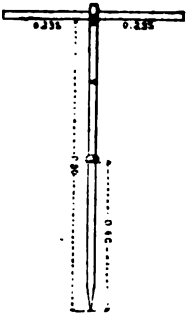


Fig. 66. — Plantoir en fer.

Le terrain ayant subi la même culture préalable que celui destiné aux semis ou aux repiquages, on arrête l'écartement à donner aux lignes et l'espacement des sujets dans chacune d'elles; le meilleur, à notre avis, est 50 centimètres dans les deux sens, car il donne aux racines et aux branches une place suffisante pour bien fonctionner. Après quoi l'on procède à la plantation de la manière suivante :

Le chantier comprend trois ouvriers, dont un homme et deux femmes. L'homme place un cordeau suivant la première ligne à bouturer. Il fait avec un plantoir en fer (*fig.* 66), en suivant la ligne du cordeau et à chaque distance de 50 centimètres, des trous de 40 centimètres de profondeur, destinés à recevoir les boutures. Pour assurer cette condition, le plantoir est muni d'un anneau en fer qui marque exactement la longueur de 40 centimètres, de sorte que l'ouvrier est prévenu immédiatement du moment où son trou atteint la profondeur voulue et uniforme de 40 centimètres.

La première femme coupe les boutures à une longueur de 45 centimètres, en ayant soin que la section soit faite en biseau à chaque extrémité, et les apporte à la deuxième

femme qui les place dans les trous faits au plantoir par l'ouvrier. Celui-ci, dès qu'une ligne est terminée, change le cordeau à 50 centimètres de distance, recommence la même opération, et ainsi de suite jusqu'à la fin du carré. Pour que le bouturage soit fait dans de bonnes conditions, il est indispensable que la femme qui enfonce les boutures presse fortement la terre près d'elles avec un piquet en bois. Les boutures, étant coupées à la longueur de 45 centimètres, n'émergent au-dessus du sol que de 5 centimètres, longueur bien suffisante.

La saison la plus favorable pour le bouturage en pépinière est le printemps, bien que certaines espèces réussissent très bien à l'automne.

Les sujets ainsi obtenus donnent environ quatre boutures par pied dès la première année; à la deuxième année, ils en produisent huit en moyenne; à la troisième, ils sont en plein rapport et peuvent en fournir, suivant les essences, quinze et même vingt par pied, ce qui fait que 1 are de terrain complanté en boutures espacées à 50 centimètres (soit 400 pieds) donnera, la première année, en admettant que la réussite soit complète, 1,600 boutures, 3,200 la deuxième année et 8,000 à la troisième.

Les boutures qui viendraient à manquer seront remplacées au plus tôt jusqu'à ce que le garnissage soit complet.

La première année de la plantation, et pour faciliter la reprise, les carrés de boutures devront être sarclés, binés et irrigués toutes les fois qu'il sera nécessaire. Les années suivantes, on se contentera d'un fort binage en mars, avant la pousse avec fumure superficielle, et des arrosages en été, quand besoin sera.

La taille des pieds peut avoir lieu à l'automne et au printemps, et se pratique au fur et à mesure des besoins.

Pour les boutures minces, l'ouvrier se sert d'une serpette bien tranchante, tient son pied gauche contre le pied à receper et coupe les branches rez tronc. La section doit être aussi

nette que possible, et, pour y parvenir facilement, l'ouvrier, en la taillant, n'aura qu'à tenir la branche avec la main gauche et à l'incliner du côté opposé à la section.

Pour les pousses trop fortes, qui ne peuvent être aisément coupées avec une serpette, on se sert d'une grande serpe, en procédant comme il est dit ci-dessus.

Quand on doit expédier des boutures à repiquer, on coupe les branches sur pied, au fur et à mesure; on les tronçonne à la longueur voulue, et, tout en les comptant, on les met en corbeilles pour la plus grande facilité des transports.

Les divers travaux ci-dessus, concernant la plantation, la taille et le tronçonnage des boutures, donnent lieu à autant de prix de revient que nous établissons ci-après :

1° Plantation ou repiquage, en boutures, de 1 *are* :

$\frac{1}{2}$ journée d'homme pour faire les trous	1 fr. 25
$\frac{1}{2}$ journée de femme pour recepage et préparation	0 fr. 75
$\frac{1}{2}$ journée de femme pour mettre les boutures . .	0 fr. 75
TOTAL pour 1 are.	2 fr. 75

2° Prix de revient du recepage du mille de boutures à expédier au dehors et coupées de longueur :

$\frac{2}{10}$ de journée d'homme pour receper sur pied, à 2 fr. 50.	0 fr. 50
$\frac{6}{10}$ de journée de femme pour les tronçonner et les compter.	0 fr. 90
TOTAL pour le mille.	1 fr. 40

Maintenant voyons quel sera le total des dépenses de 1 *are* de boutures, pendant les trois premières années (jusqu'en plein rapport) :

1re *année :* Culture du sol et fumure pour un an.	8 fr. »	
Plantation de 400 boutures.	2 fr. 75	
2 sarclages : 1 journée de femme à 1 fr. 50 . . .	1 fr. 50	
2 irrigations	1 fr. »	15 fr. 50
Coupe et préparation de 1,600 boutures à 1 fr. 40. le mille.	2 fr. 25	
TOTAL de la première année . . .	15 fr. 50	
2e *année :* Un léger labour en mars, 1 journée d'homme.	2 fr. 50	
0me,500 de fumier à 10 fr	5 fr. »	
2 irrigations pendant l'été.	1 fr. »	13 fr. »
Recepage de 3,200 boutures à 1 fr. 40 le mille .	4 fr. 50	
TOTAL de la deuxième année . .	13 fr. »	
3e *année :* Labour en mars	2 fr. 50	
0me, 500 de fumier.	5 fr. »	
2 arrosages.	1 fr. »	
Recepage de 8,000 boutures à 1 fr. 40 le mille.	11 fr. 20	19 fr. 70
TOTAL de la troisième année. . .	19 fr. 70	
TOTAL des dépenses des trois années. . .		48 fr. 20

Pendant lesquelles le carré aura produit 1,600 + 3,200 + 8,000 boutures = 12,800. Le prix du mille sera donc $\frac{48 \text{ fr. } 20}{12,800} = 3 \text{ fr. } 76.$

A partir de la quatrième année, et abstraction faite des deux premières années, le prix de revient du mille de boutures d'un an sera constant et ne dépassera pas un maximum de $\frac{19 \text{ fr. } 70}{8} = 2 \text{ fr. } 46.$

Si l'on désire avoir des boutures de deux ans, ou même des plançons de haute tige, on n'aura qu'à suspendre le recepage pendant deux ou plusieurs années, suivant les cas, et l'on obtiendra des pousses qui donneront en outre, par leurs branches latérales, un certain nombre de boutures plus jeunes.

Au moyen des données contenues dans les deux tableaux qui précèdent, il sera facile de calculer, pour chaque essence

différente, le prix de revient du mille de plants à deux, trois ou quatre ans; on n'aura qu'à ajouter aux chiffres ainsi fournis la valeur des entretiens annuels, qui consisteront uniquement en irrigations et en binages dont l'importance est susceptible de varier avec les essences et les espacements.

L'expédition des plants s'opère avantageusement pour les résineux, ainsi que pour les plants en pourrette et les boutures, dans des corbeilles de 50 centimètres sur 80 centimètres de fond et de 50 à 60 centimètres de hauteur; elles doivent être faites à angles bien droits, de manière à pouvoir s'empiler facilement et sans vides sur les charrettes, et être chargées, au nombre de trois, à dos de mulet là où ne peuvent circuler les voitures.

Les racines des jeunes plants sont placées, autant que possible, dans la partie centrale des corbeilles; on n'a pas à craindre leur échauffement, vu les nombreux vides existant dans le tressage des osiers qui les composent. Les corbeilles ne se laissent pas écraser, surtout si leur fond est muni extérieurement de deux barres en bois de 4 centimètres de côté; enfin un couvercle est inutile et on le remplace par une couche de paille maintenue par quelques harts en osier, qu'on a toujours sous la main, dans une pépinière bien ordonnée, en prenant la précaution de créer *ad hoc* une petite oseraie dans un coin convenablement choisi.

Ainsi emballés, les plants feuillus peuvent supporter cinq à six jours de voyage sans le moindre danger. Mais, en ce qui concerne les résineux, il importe de leur faire diminuer, autant que possible, le temps qui sépare leur plantation de leur arrachage, car leurs racines délicates sont très sensibles aux influences climatériques et perdent facilement les chances d'une reprise assurée.

Les plants de moyenne et de haute tige sont emballés par paquets en renfermant un nombre régulier et ficelés avec des harts; on les charge avec soin sur des charrettes munies, de chaque côté, de planches relevées pour former une sorte de

caisse; on les recouvre avec de la paille ou des herbes sèches, et par-dessus on étend une bâche, de manière à empêcher le hâle de les atteindre. C'est, en effet, le plus grand danger qu'on puisse redouter dans les transports de plants, et l'on ne peut prendre trop de précautions pour le conjurer.

Quand les plants qu'on expédie doivent être recepés ultérieurement dans les périmètres, on se contente de les couper provisoirement à 10 centimètres au moins au-dessus du collet de la racine, pour diminuer le volume et le poids des transports, mais ils ne doivent pas subir le recepage définitif en pépinière; on évite ainsi les chances de dessiccation, et l'on permet aux ouvriers de la plantation de préparer les plants selon le mode qui leur est réservé et d'après les besoins des chantiers.

Les caractères essentiels qui distinguent les pépinières dites *volantes* sont les suivants :

1° Presque toujours elles ne doivent servir qu'une seule fois. La plupart des périmètres n'en peuvent admettre d'autres, par suite de leur situation, de leur altitude et de leur orographie, toutes conditions ne permettant pas l'emploi économique de la fumure indispensable aux pépinières permanentes;

2° Elles ne réclament aucun des entretiens et des soins continus qu'exigent ces dernières;

3° Elles ne s'appliquent le plus souvent qu'aux résineux, bien que cependant on les utilise parfois pour le robinier, l'aubépine et quelques essences auxiliaires.

Les pépinières *volantes* consistent exclusivement dans certaines places, plus ou moins étendues, choisies dans les périmètres parmi les terrains qui peuvent présenter des conditions favorables; on leur fait subir un défoncement préalable analogue à celui des pépinières permanentes, on y exécute les semis de résineux en mélange avec des graines fourragères dans certains cas, et au bout d'un, deux, trois ou quatre ans, selon les essences et le climat, on vient en extraire les plants pour les employer dans les environs immédiats.

Il n'y a guère que les semis aux grandes altitudes qui réclament quelques modifications à ce système, ainsi que nous l'indiquerons plus loin.

Pour le moment donc, nous nous en tenons à la généralité des résineux.

L'expérience a démontré qu'en ce qui concerne l'étendue de ces sortes de pépinières, il fallait en moyenne, comme dans les pépinières permanentes, *un are* de semis pour fournir *un hectare* de plantation. Adoptant cette base examinons en quoi consisteront les avantages des pépinières volantes; mais, pour cela, il ne suffit pas de nous en tenir aux semis de la première année, il convient, au contraire, d'embrasser en même temps le champ des opérations ultérieures; afin de bien fixer les idées, prenons un exemple :

Admettons qu'on ait 100 hectares à reboiser en pin noir, et qu'on se fixe un délai de six ans pour parachever le peuplement de cette surface.

La *première année*, on ouvrira des bandes ou des trous larges et profonds, donnant ensemble une surface totale de 1 hectare. On les disséminera, autant que possible, sur toute la superficie, en donnant à leur défoncement les soins culturaux destinés à procurer au sol les meilleures qualités; on aura donc cultivé 1 hectare seulement de terrain sur 100.

La *seconde année*, au printemps, en avril ou en mai, on exécutera le semis en *plein* sur les trous préparés, à raison de 4 kilogrammes par are, ce qui entraînera l'emploi de 400 kilogrammes de graines de pin. Les graines une fois enterrées, on répandra à la surface de chaque trou une faible quantité de graines de sainfoin destiné à fournir l'abri.

A l'automne, on constatera les déchets du semis et on ouvrira une série de nouveaux trous dont la surface dépasse celle du déchet ainsi constaté, de manière à constituer une petite réserve.

La *troisième année*, on resèmera les trous qui auraient manqué totalement, ainsi que ceux préparés par suite du déchet et pour la réserve dans l'année précédente.

La *quatrième année,* si les conditions climatériques le permettent, les plants seront assez forts pour être employés, et l'on entreprendra sur *toute* l'étendue des 100 hectares la plantation par *touffes* [1] de deux ou trois plants; on exécutera cette plantation sans préparation préalable du sol, en faisant ouvrir au moment même les trous, qui seront profonds, sans présenter une grande ouverture.

Pendant les *cinquième et sixième années,* on remplira les vides constatés dans la plantation au moyen des plants fournis par la réserve qu'on s'est constituée par les semis supplémentaires de la troisième année, et l'on pourra être certain que l'opération est terminée.

Tel est, en peu de mots, le système qu'après bien des essais et une expérience du reboisement qui compte près de vingt-cinq années, nous n'hésitons pas à déclarer préférable à tous autres, sauf dans les versants très secs et très chauds qu'on peut rencontrer exceptionnellement à de basses altitudes, et sur lesquels le travail s'augmente de la nécessité de préparer plus profondément le sol.

Les avantages de ce système sont :

1° La possibilité d'élever, pour ainsi dire, sur place et dans les conditions climatériques où ils devront végéter, les sujets destinés à être plantés; cette considération très importante explique à elle seule pour quel motif l'on ne sème de résineux que dans certaines pépinières centrales, très rares et tout à fait spéciales;

2° De plus grandes présomptions dans le succès du semis. On subit bien des échecs, il est vrai, mais beaucoup moins que dans les pépinières permanentes;

3° Une certitude presque absolue dans la reprise des plants qui, à peine arrachés, sont replantés, sans transports lointains et sans danger du hâle ou de la détérioration de leurs racines à la suite d'emballages et de déballages. En outre, les plants

1. — Voir ci-après, l'exécution de la plantation.

ne risquent pas d'être en végétation avancée au moment de leur emploi, danger que procurent fatalement les pépinières centrales dans bien des cas;

4° La possibilité de conserver plus longtemps que dans celles-là des plants bons à planter; le sol y est moins fertile en effet, et les pousses moins rapides. C'est ainsi que, dans les pépinières permanentes, on ne peut garder les pins et les mélèzes plus de deux ans, sans risquer d'avoir des plants beaucoup trop grands;

5° Une économie très importante dans la dépense.

En effet, le défoncement du sol ne s'opère, au grand maximum, que sur 1 hectare et quelques ares pour 100 hectares, en y comprenant la réserve destinée à combler les déchets.

L'exécution du semis faite au râteau dans les bandes n'entraîne que des frais minimes.

Les frais de transport sont presque nuls, et l'on ne subit aucune perte de plants.

La certitude de la réussite de la plantation étant plus assurée réalise de son côté une économie dans les regarnissages.

Les plants ne sont mis en terre que dans les moments les plus opportuns, car au moindre grand vent, à la moindre pluie, on peut arrêter le travail, sans compromettre les bonnes conditions des sujets que l'on n'arrache qu'au fur et à mesure de leur emploi immédiat.

On peut trouver presque partout des emplacements favorables pour des trous ou bandes pépinières, tandis qu'il est loin d'en être de même pour les pépinières permanentes.

La dépense principale qu'entraîne l'établissement des pépinières volantes consiste dans la préparation du sol.

Il faut, en effet, non seulement le défoncer comme dans les pépinières permanentes, mais en outre consolider les talus de remblai de chaque bande pour en empêcher l'érosion par les eaux, car presque toujours ces bandes, plus ou moins disséminées dans le périmètre, sont situées au flanc des montagnes, sur les rares pentes relativement douces qu'on décore par eu-

phémisme du nom de *plateaux*, mais qui n'en possèdent que le nom.

Malgré la faible largeur qu'on leur donne (1 mètre à 1m,50 au plus), leur culture en plan horizontal amène fatalement à l'aval un talus qu'il faut fixer, soit avec des gazons que l'on bat à sa surface, si l'on a la chance d'en rencontrer, soit à défaut, avec un petit mur en pierres sèches ou un petit clayonnage. Aussi doit-on compter, en moyenne, sur une dépense de 10 francs de main-d'œuvre par are, pour mettre le sol prêt à recevoir et à conserver le semis.

Cela posé, le devis de la dépense de 1 are de pépinière volante s'établit ainsi qu'il suit :

Préparation du sol.	10 fr. »
Exécution de semis de graines résineuses en nombre de kilogrammes variant suivant l'essence, et de 1 kilogramme de graines fourragères : 1 journée et demie d'homme à 2 fr. 50.	3 fr. 75
Transport de la graine à pied d'œuvre.	0 fr. 25
TOTAL.	14 fr. »

Les quantités de graines semées dans ces bandes étant identiques à celles indiquées pour les pépinières permanentes, où l'are de semis revient à 28 francs, il en résulte que le mille de plants fournis, sur place et dans des conditions bien préférables d'ailleurs, par les pépinières volantes, coûte deux fois moins cher que celui donné par les autres.

Ce mode de semis ne peut être employé identiquement dans toutes les régions climatériques.

Dans la région méditerranéenne, on n'a nul besoin de l'abri de fourragères, et les semis de pins d'Alep et pinier se font par lignes très rapprochées les unes des autres.

Dans la région tempérée, comme dans une partie de l'alpestre, on applique le mode indiqué précédemment aux semis en pépinière volante des pins sylvestre, d'Autriche et à crochets.

Mais aux altitudes plus élevées, à climat plus rigoureux, on est obligé d'introduire certaines modifications dans l'installation des pépinières volantes, par suite de la nécessité d'un abri plus complet pour les jeunes semis contre les coups de soleil et les gelées printanières, bien plus redoutables ici que dans les autres régions.

On conçoit, en effet, que le sainfoin semé en mélange, en même temps que les graines résineuses, ne pousse plus assez rapidement pour fournir, dès le début, un abri suffisant aux jeunes résineux.

Si donc, dans un périmètre donné, ou dans ses environs immédiats, il n'existe aucune parcelle de terrain recouverte d'une végétation ligneuse, on sème, la première année, les pépinières volantes en sainfoin, disposé par lignes parallèles écartées de 12 à 15 centimètres, et ce n'est qu'au printemps de l'année suivante qu'on exécute, entre ces lignes, le semis des résineux, qui, dès leur sortie de terre, se trouvent placés sous un berceau de verdure qui les abrite contre le soleil et la grêle, maintient la fraîcheur et l'ameublissement du sol, et surtout les protège, en hiver et au printemps, contre le soulèvement.

C'est ainsi que l'on sème, aux grandes altitudes, les graines de pin cembro, d'épicéa et de mélèze.

Il va sans dire qu'ici, comme dans les autres régions, on recherche, autant que possible, pour l'emplacement des bandes pépinières, les expositions Nord et Est, où les dangers sont beaucoup moindres.

Si, dans l'intérieur ou aux environs immédiats du périmètre, on a la chance de rencontrer quelques parcelles boisées, il y a tout avantage à préparer, sous bois, le plus grand nombre de bandes pépinières possible, qui, dans ces conditions favorables, donnent les résultats les plus remarquables. Il vaut bien mieux opérer ainsi que de recouvrir, au moyen de branches fournies par les bois voisins, des bandes qu'on aurait ouvertes en terrain nu. Car la faible augmentation que le pre-

mier cas apporte aux frais de transport demeure bien au-dessous des dépenses qu'occasionnerait cette couverture artificielle en branches, qui ne laisse pas de présenter l'inconvénient de se sécher assez rapidement, et de n'être ni stable ni durable, ce qui entraîne des frais de renouvellement et d'entretien qu'il convient d'éviter.

Les quantités de graines à semer par are de bandes sont identiques à celles que nous avons indiquées pour les pépinières permanentes.

Quant à l'époque des semis, c'est toujours le printemps qui est la saison préférable pour toutes ces graines sans exception.

Exécution de la Plantation. — Dans toute plantation de résineux ayant pour objet le reboisement en montagnes, on doit prendre *pour principe que, pour une même essence, on obtient un succès d'autant plus assuré que les plants employés sont plus jeunes.*

Il est évident que la jeunesse de ces plants doit avoir pour limite une conformation de leurs organes suffisante pour leur permettre d'accomplir le travail que réclamera leur reprise dans un milieu où bien des dangers peuvent les menacer.

Nous avons donc à déterminer tout d'abord l'âge auquel les jeunes plants de chaque essence résineuse doivent être de préférence employés.

Les pins d'Alep, maritime et pinier présentent, dès l'âge d'un an, toutes les conditions de force et de conformation désirables pour végéter à leur place définitive, et cela d'autant mieux que, vu la chaleur et la sécheresse de leur climat, ils sont presque toujours plantés dans des terrains défoncés préalablement. Les plants de deux ans donnent un déchet qui va jusqu'à 40 pour 100 au moins, alors que les plants d'un an, toutes circonstances égales d'ailleurs, ne doivent donner au maximum que 5 pour 100.

La vigueur de leur végétation et leur croissance rapide interdisent, plus que pour toutes les autres essences, la moindre idée de repiquage en pépinière.

Les pins sylvestre et d'Autriche sont, dès l'âge d'un an, susceptibles d'emploi, mais seulement dans des conditions tout à fait spéciales, que nous indiquerons plus loin. En général, ce n'est qu'à deux ans qu'ils présentent les conditions nécessaires à leur végétation à l'état isolé; on peut même attendre jusqu'à l'âge de trois ans pour les plants qui auraient été élevés dans des pépinières à sol médiocre, situées dans les zones les plus élevées dans l'aire d'habitation de ces pins.

Quant aux pins à crochets, vu l'altitude des pépinières volantes qui les renferment, on ne peut songer à les employer avant l'âge de deux ans, mais il ne faut pas attendre plus de trois ans.

Les plants d'épicéa et de pin cembro, placés à une altitude supérieure et croissant lentement au début, doivent attendre au moins l'âge de trois ans, et peuvent sans inconvénient être employés à quatre et cinq ans, à cause du nombreux chevelu de leurs racines.

Mais il n'en est pas de même du mélèze, qui est bon à planter dès la seconde année, et ne peut attendre sans danger au delà de la troisième, à cause de la rapidité de sa croissance dans les premières années.

Dans ces conditions, le repiquage des résineux ne paraît avoir aucune raison d'être employé pour la production des plants destinés au reboisement des montagnes; on doit y renoncer pour les motifs ci-après :

1° L'expérience a démontré que les plants résineux non repiqués pouvaient produire des peuplements aussi complets, aussi bien venants que s'ils avaient été formés à l'aide de plants repiqués;

2° Le repiquage entraîne non seulement des frais relativement importants et l'emploi d'un plus grand nombre de bras, souvent difficiles à trouver, mais encore l'occupation de terrains cultivés, dont l'étendue devient introuvable, quand il s'agit de la production annuelle de nombreux millions de plants dans une région montagneuse, restreinte à quelques myriamètres carrés;

3° En supposant même qu'on ne soit pas arrêté par de pareilles difficultés, l'emploi de plants repiqués entraîne avec lui une augmentation de dépenses d'exécution, provenant du creusement plus profond à donner aux trous, de l'arrachage plus difficile et enfin des frais d'un transport beaucoup plus long et plus périlleux pour les plants.

En renonçant au repiquage des résineux pour les reboisements en montagnes, nous n'avons nulle intention de le présenter comme superflu en général. Nous estimons, au contraire, qu'il peut être très utilement employé, soit dans les *repeuplements* en terrain forestier, où l'on a tout intérêt à planter des sujets d'une certaine taille, soit même dans certains petits reboisements, en terrain facile, qui n'ont rien de commun avec ceux dont il s'agit ici.

D'où il résulte que pour les reboisements à exécuter par plantation de résineux, les pépinières volantes doivent fournir la totalité des plants, et que les semis de résineux faits dans les pépinières centrales ne peuvent être considérés que comme des réserves, appelées à entrer en ligne, dans les cas où les premières auraient subi un échec partiel, ou seraient insuffisantes, ce que doit prévoir toujours un reboiseur bien avisé.

Dans les conditions d'âge, de taille et d'origine que nous venons d'indiquer pour les plants résineux à employer, il n'existe qu'un seul mode pour l'exécution de la plantation.

Dans les terrains non préparés à l'avance, un ouvrier muni de la pioche à pic ouvre, en trois ou quatre coups bien assénés, en avant et en arrière, comme nous l'avons décrit pour les semis, un trou étroit de 10 à 12 centimètres, et assez long (de 25 à 30 centimètres) pour que la pioche puisse pénétrer jusqu'à la douille, cette longueur étant dirigée dans le sens horizontal.

Cela fait, un planteur prend de 2 à 4 plants, suivant les cas, *par la tête sans toucher aux racines,* et les réunit en une *touffe*, de façon que les collets des racines soient tous à la même hauteur. Tenant alors cette touffe par la tête et de la main gauche, il l'applique contre la paroi inférieure du trou, en ayant soin

que le collet des racines soit au niveau du sol, et, saisissant de sa main droite ou avec une truelle la terre meuble sortie du trou, il la repousse, de *haut en bas*, vers les racines des plants qui se trouvent ainsi placées dans leur position naturelle. Il achève de remplir le trou, en l'égueulant à sa partie supérieure avec sa pioche, et serre légèrement la terre avec le pied.

Si le terrain a reçu une préparation préalable par bandes ou par trous, on opère identiquement de la même façon, avec cette différence qu'un seul coup de pioche donné dans la terre ameublie suffit pour préparer l'ouverture nécessaire à la mise en terre des plants.

C'est donc par *touffes* que s'exécute le plus souvent la plantation. Ce mode présente le double avantage d'être le plus économique et le plus sûr de tous ceux employés.

D'une part, en effet, il augmente considérablement les chances de succès d'une plantation et épargne ainsi de nombreux regarnissages, non seulement coûteux et souvent difficiles, mais encore dangereux pour les plants qui ont bien végété, à cause du passage des ouvriers sur des pentes souvent très fortes.

D'autre part, il permet d'espacer davantage les plants et par suite de diminuer la dépense à l'hectare. Car les touffes forment au début une sorte de petit massif dans lequel les plants se soutiennent mutuellement, ce qui leur permet d'attendre plus longtemps et sans danger le moment où le massif général se constituera par le contact de leurs branches développées.

On a fait à ce mode l'objection que si les plants ainsi réunis en touffes venaient à pousser tous également, ils ne tarderaient pas à s'affamer mutuellement et à produire des arbres grêles, incapables d'une longue durée. A cette objection l'on peut répondre d'abord que la *touffe* n'implique pas nécessairement un grand nombre de plants, et que dans les limites que nous posons, c'est-à-dire de 2 à 4 plants par touffe, ce danger devient illusoire (*de Gayffier*, Pl. 7, 24, 33, 35 et 36).

Mais, bien plus, une longue expérience a démontré l'inanité de ces craintes, dans le cas où le nombre de plants demeure ainsi limité dans la touffe. Il est rare, en effet, que 2, 3 ou 4 plants poussent, dès le début, avec une vigueur identique; le plus souvent l'un d'eux prend le dessus et, quand le massif général se produit, il demeure seul. D'autre part, bien souvent, un seul plant, deux au plus, reprennent avec vigueur, les autres viennent à mourir soit immédiatement après la plantation, soit un an après, de sorte qu'en dernière analyse, on se retrouve dans les conditions de la plantation par brins isolés, mais avec des chances de réussite bien plus complètes. Enfin il serait toujours facile d'obvier à peu de frais à l'inconvénient d'une égale pousse, s'il venait à se manifester.

Les plants fournis par les pépinières volantes sont arrachés le jour même et au fur et à mesure des besoins de la plantation. On les place immédiatement dans des paniers qui doivent servir à les transporter, et que l'on recouvre avec de l'herbe, de la mousse, ou, à défaut, avec une toile pour les abriter contre le hâle. Ces paniers sont emportés par des ouvriers chargés de maintenir constamment l'approvisionnement du chantier.

Celui-ci se compose de :

8 ouvriers piocheurs;

4 distributeurs de plants;

16 planteurs.

Les 8 piocheurs se placent en lignes horizontales et marchent en virées, comme pour les semis, en maintenant entre eux l'écartement qu'on a choisi, et entre les trous l'espacement préféré.

Les quatre distributeurs portent les paniers de plants. Chacun de ces ouvriers prend 2, 3 ou 4 plants selon les ordres donnés, les assemble en *touffes* en régularisant la position du collet de leurs racines, et les dispose dans le trou, en ayant soin de les placer à l'abri du hâle ou du soleil; chacun de ces ouvriers peut facilement suivre deux piocheurs.

Les 16 planteurs, munis de truelles de maçon, outil très avantageux quand la terre est froide, cas le plus ordinaire sur les hautes montagnes, viennent immédiatement à la suite, se placent au nombre de deux sur la même ligne de trous et procèdent à la plantation. Aussitôt qu'il a fini un trou, chaque planteur rassemble les pierres qui peuvent se trouver aux environs immédiats, place les plus grosses autour du plant, en les disposant en forme de croissant dirigé vers l'amont, et remplit avec les plus petites toute la surface du trou, de façon que la touffe émerge au-dessus d'un lit de pierres.

Cette précaution, toujours utile, devient de plus en plus indispensable à mesure que le climat devient plus rigoureux. Les pierres les plus épaisses sont les meilleures; si l'on n'en trouve que de minces et plates, il faut les étager en plusieurs lits.

Mais tous les terrains ne présentent pas ces pierres si utiles à la protection des plants.

Si l'on plante dans un ancien gazon ruiné où l'on ne trouve pas de pierres, on cherche, autant que possible, à placer les plants dans les mottes de gazon qui subsistent encore, et, dans ce cas, on restreint le plus possible la dimension des trous, au point de les réduire à un simple entre-bâillement du gazon.

Si l'on opère dans un sol parsemé de broussailles, on ne manque pas de placer une ou plusieurs touffes à l'amont de chacune d'elles, selon les dimensions du bourrelet de bonne terre qu'elles soutiennent.

Enfin, si c'est sur un terrain absolument nu et sans pierres, mais dans lequel l'enherbement général ne soit pas indispensable, on se contente de semer en sainfoin, à 10 centimètres à l'aval de chaque touffe, une rigole horizontale longue de 40 centimètres, destinée à bien fixer le sol de chaque trou.

En une journée de travail, chaque piocheur peut ouvrir, dans un terrain ordinaire, 800 trous qui sont remplis et parés dans le même temps par les planteurs.

Avec le chantier, on aura donc, à la fin de la journée,

6,400 trous confectionnés et plantés moyennant une dépense qui s'établit ainsi :

1 chef de chantier.	4 fr.
8 piocheurs à 2 fr. 50	20 fr.
4 distributeurs à 1 fr. 50, enfants ou femmes. . . .	6 fr.
16 planteurs à 2 francs, jeunes gens ou femmes. . . .	32 fr.
TOTAL.	62 fr.

D'où il résulte que l'exécution de la plantation du mille de touffes revient à 9 fr. 70.

Dans le cas le plus général, où les plants proviennent des pépinières volantes, il faut ajouter à cette dépense 5 francs pour prix de la journée des deux ouvriers qui arrachent, et 3 francs pour la journée des deux enfants qui approvisionnent le chantier; on arrive alors, pour la plantation du mille de touffes en terrain non préparé à l'avance, à une dépense de 10 fr. 93, soit un nombre rond de 11 francs.

Dans les terrains préparés à l'avance par bandes ou par trous, la proportion entre le nombre des planteurs et celui des piocheurs ne reste plus la même; au lieu de 2 pour 1, elle devient 3 pour 1, parfois même 4 pour 1 dans les sols très faciles; quelle que soit la proportion qui convienne à un sol donné, il vaut toujours mieux conserver cette division du travail que de faire exécuter le trou, la plantation et les abris par le même ouvrier.

On rencontre parfois des berges ou des versants très inclinés, à surface garnie de quelques gazons, néanmoins peu stables, qu'on peut avoir intérêt à fixer par une plantation de très petits brins. C'est alors qu'on peut employer des pins sylvestre ou d'Autriche à l'âge d'un an. Le même ouvrier exécute ici toute l'opération, qui est bien simple : il enfonce le taillant de sa pioche dans le sol qu'il entr'ouvre au moyen d'une pesée, glisse dans l'ouverture la petite touffe, en ayant soin que les racines tombent bien d'aplomb, retire sa pioche et d'un coup de son plat repousse et affermit le sol.

On a beaucoup discuté et écrit sur le choix de la saison à préférer pour les plantations de résineux.

Les partisans de l'automne ont cité des résultats indiscutables, ceux du printemps n'ont pas manqué d'arguments irréfutables, ce qui démontre surabondamment que chacune de ces opinions peut-être admise suivant les circonstances locales qui se présentent et qui dominent toute la question.

En ce qui concerne les montagnes de la région méridionale, nous n'hésitons pas à nous prononcer pour le printemps exclusivement, sauf de rares exceptions relatives à certaines essences placées dans des conditions tout à fait spéciales.

Dans les montagnes de cette région, en effet, l'automne ne se manifeste, à vrai dire, que pendant très peu de jours, et l'on passe presque toujours brusquement des chaleurs estivales aux grands froids. Tant que durent les chaleurs, le sol est tellement sec qu'il est impossible de songer à planter, et, dès le lendemain des premières pluies d'automne, surviennent des froids qui suffisent pour déterminer la perte des plantations de résineux qu'on viendrait à exécuter.

Il est du reste un fait acquis par l'expérience et admis par tous les planteurs, qu'ils soient partisans ou non de la plantation au printemps : c'est que les résineux, et nous ajoutons même tous les arbres à feuilles persistantes, reprennent beaucoup plus facilement quand ils sont en végétation que lorsqu'ils sont au repos, mais à la condition toutefois de trouver dans le nouveau sol où ils sont placés une humidité suffisante.

On conçoit dès lors que les partisans de la plantation d'automne peuvent avoir raison dans les contrées où le climat généralement humide permet au sol de n'être pas sec à la fin de l'été ou au début de l'automne, à une époque où les jeunes plants se trouvant encore en végétation peuvent émettre de nouvelles racines et prendre, pour ainsi dire, possession de leur nouveau terrain avant que les froids, toujours moins précoces dans ces régions, soient venus surprendre et arrêter le cours de leur végétation.

Mais dans les montagnes du Midi, celles précisément où doivent s'exécuter les grands travaux de reboisement, on ne peut trouver une certaine analogie avec ces conditions des climats humides qu'aux grandes altitudes de la région alpine, dans lesquelles une certaine humidité se maintient ou se manifeste à la fin de l'été, et permet de planter dans de bonnes conditions, mais pendant un *très court espace de temps*, les pins cembro, les mélèzes et les épicéas. Cette propriété de la région alpine est d'autant plus avantageuse pour la plantation de ces essences qu'au printemps le long retard que les neiges mettent à fondre ne permet également la plantation que pendant un laps de temps très restreint.

Pendant les vingt-quatre ans que nous avons dirigé des travaux de reboisement dans les climats les plus divers, depuis les plus chauds de l'Algérie jusqu'aux plus froids des Alpes, nous avons pu constater maintes fois, par des expériences tentées souvent sur une très grande échelle, le bien fondé de cette préférence donnée au printemps sur l'automne ; il ne nous a jamais été donné d'obtenir le moindre résultat sérieux et concluant de la part des plantations d'automne, tandis que c'est par bien des dizaines de millions de sujets formant aujourd'hui de grands massifs que se sont manifestés les avantages de la plantation de printemps.

On peut avoir parfois à introduire, par voie de plantation, les résineux dans des terrains à surface instable.

Afin de protéger les jeunes plants à l'amont contre l'éboulement des terres et à l'aval contre leur entraînement, certains auteurs recommandent l'emploi de petits clayonnages peu élevés qui sont susceptibles de recevoir des dispositions variables, et établis tantôt en lignes parallèles et sensiblement horizontales, tantôt en losanges ou en carrés, tantôt en corbeilles (*de Gayffier*, Pl. 28, 29. 37, 38 et 39).

Ces systèmes fort ingénieux, adoptés en Suisse et en Autriche, ne nous paraissent pas d'une application bien avantageuse dans nos montagnes. L'on n'y trouve pas en effet,

comme dans les localités de ces pays, les matériaux en abondance, presque sur place et à faible prix. Le climat non plus n'est pas le même, et le sol s'y présente dans un état de nudité qu'on est loin de pouvoir même soupçonner dans ces contrées étrangères.

Aussi doit-on avoir recours à d'autres modes qui consistent dans la création, au moyen d'essences feuillues, de haies vivantes remplaçant avantageusement les clayonnages, ainsi que nous le verrons en passant en revue les plantations de feuillus.

Il y a souvent intérêt à reboiser en résineux les *clappes* ou *casses*, qui occupent parfois d'assez grands espaces dans les périmètres, et paraissent, au premier abord, absolument rebelles à toute végétation. Cependant, si l'on examine de bien près la formation de bon nombre d'entre elles, on s'aperçoit qu'à une profondeur variable, on trouve assez de terre pour permettre, pendant les premières années, aux jeunes plants de se développer et d'atteindre par leurs racines le sol recouvert par la couche de pierres.

On ouvre alors des trous d'un diamètre assez grand à la surface pour que les pierres occupant leur talus ne roulent pas au fond. On creuse jusqu'à la rencontre des menus débris de la roche supérieure, qui ont été entraînés par les eaux et les neiges dans les couches inférieures de la clappe, et y sont en mélange de la terre.

On arrache, soit dans les pépinières volantes, soit dans des semis anciens, des plants de 3, 4 ou 5 ans, en ayant soin de conserver leur motte qu'on place dans le trou, en l'entourant de terre apportée *ad hoc* dans des corbeilles.

Ces plantations sont nécessairement espacées; mais les touffes forment une série de petits massifs dont les détritus ne tardent pas à recouvrir les parties immédiatement voisines; la végétation herbacée s'y introduit, et peu à peu la nudité de la clappe disparaît et se trouve remplacée par une végétation de ronces, de groseilliers, etc., entremêlés de graminées abritées par les plantes forestières, qui trouveront là plus tard un

champ tout préparé pour les semis naturels provenant de leurs graines.

Les plantations de *feuillus* sont employées, soit sur certains versants et sur les berges, soit dans le fond des ravins et des torrents, sur les atterrissements des travaux de correction.

Sur les versants et sur les berges, les feuillus sont le plus souvent appelés à ne jouer qu'un rôle de protection pour les essences résineuses qui doivent occuper définitivement le terrain. Des dimensions beaucoup plus fortes au même âge que celles des résineux, une rusticité plus grande, une croissance plus rapide et la faculté de végéter pendant un certain nombre d'années, sinon toujours, à l'état serré, telles sont les conditions que doivent remplir ces utiles auxiliaires.

Le but de leur emploi indique à lui seul que les plants devront être disposés par lignes sensiblement horizontales, plus ou moins écartées suivant les cas, mais ayant pour résultat, soit la formation de haies qui coupent, sur les pentes, la vitesse des eaux pluviales et annulent leur force d'entraînement, soit la création d'un massif à l'abri duquel on pourra introduire ultérieurement des essences plus précieuses ou plus longévives.

S'il s'agit de créer un massif, on emploiera de préférence des plants d'un an ou deux de repiquage qu'on plantera par trous, comme nous l'avons indiqué pour les résineux.

Si la surface du sol est trop instable pour permettre sans inconvénient majeur la confection des trous assez gros que nécessite l'emploi des plants repiqués, on emploiera des plants en pourrette, dont les petites racines n'exigeront pour être mises en terre qu'un simple entre-bâillement du sol avec la pioche.

Quant à l'exécution, on opérera identiquement comme nous l'avons indiqué pour ce qui concerne les résineux.

La plupart des essences feuillues ainsi employées doivent être recepées au moment de la plantation. On obtient de cette façon, dès la première année, une petite cépée qui fournit au

sol un abri plus efficace, qu'on complète en semant des fourragères dans les intervalles nus.

Ce recepage doit être opéré sur les lieux mêmes, par des ouvriers spéciaux, qui préparent les plants avant de les livrer aux planteurs. On ne laisse que 3 centimètres au plus de tige au-dessus du collet de la racine, et l'on coupe le pivot à 15 centimètres de longueur, tout en rafraîchissant le chevelu et en enlevant les parties des racines endommagées.

Les frais de cette plantation au mille de plants sont à peu près les mêmes que ceux des résineux; l'atelier se constitue de la même façon.

La nécessité des haies de feuillus est commandée par l'état d'instabilité de la surface du sol qu'elles sont appelées à combattre. Dans de pareilles conditions, il faut que les plants soient très rapprochés les uns des autres, afin de produire immédiatement sur les eaux, dans l'intérêt même de leur propre conservation, l'effet mécanique qu'on en attend pour le maintien du sol.

D'autre part, l'utilité de ces haies se fait surtout sentir sur les berges de torrents ou de ravins présentant des pentes qui atteignent jusqu'à 120 pour 100, et sur lesquelles la circulation des ouvriers serait impossible sans l'ouverture de places où ils puissent poser seulement le pied.

En pareille occurrence, il faut donc ouvrir une sorte de petit sentier à l'emplacement même de chacune des haies horizontales futures, afin de permettre l'exécution de la plantation (*de Gayffier*, Pl. 34.)

La largeur de ces banquettes ainsi ouvertes varie nécessairement avec la pente de la berge; elle diminue à mesure que la pente augmente; quant à l'écartement des banquettes entre elles, il dépend avant tout de la nature du sol et se trouve limité par sa tendance au glissement qu'il importe de ne jamais provoquer.

La banquette une fois ouverte, il reste à examiner comment la plantation doit être opérée.

Dans les cas où le plafond de la banquette présente un sol dur et compact, impénétrable aux racines, on se trouve obligé d'en défoncer une partie; l'on ouvre à cet effet un petit fossé, séparé de la surface du talus par une tranche non cultivée, destinée à protéger les terres ameublies contre l'entraînement; l'on y plante les jeunes plants très serrés dans la ligne, et sur la surface on sème des graines fourragères.

La coupe d'une pente donnée (*fig.* 67) résume ces diverses opérations : *xy* étant le profil de la pente, *ab* représente le plafond de la banquette non horizontal, mais en devers, incliné contre la montagne; *abc*, la section du déblai nécessaire pour l'ouverture de la banquette, et enfin *defg*, la section du défoncement.

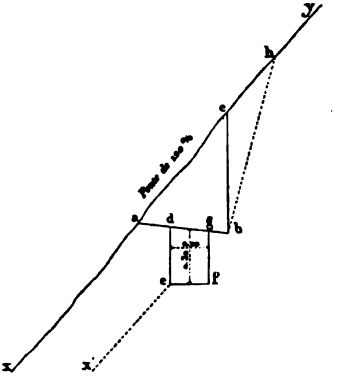


Fig. 67.
(*de Gayffier*, Pl. 26, 32 et 34).

On conçoit facilement qu'un pareil travail ne doit être opéré que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles, et sur une échelle très réduite, à cause de la grande dépense qu'il nécessite, et qui provient non seulement des terrassements à exécuter, mais encore des ouvrages qu'on est obligé, presque toujours, d'établir pour le maintien des terres et la protection des plantations.

Il faut, en effet, ouvrir d'abord à la pioche la banquette ainsi que le fossé destiné aux plantations et rejeter à la pelle tous les déblais dans le fond des ravins; puis, pour remplir le fossé et garnir de terre les jeunes plants, il faut taluter en *cbh* la paroi supérieure de la banquette; mais, la plantation une fois faite, la section *abh* demeure ouverte et exposée par suite aux influences atmosphériques, de sorte que le talus *bh*, qui est forcément à pente très raide, se trouve exposé à l'érosion, au délitement et à de petits éboulements qu'on ne

peut prévenir ou arrêter qu'en le revêtant d'un clayonnage sans lequel les jeunes plants risqueraient d'être recouverts et

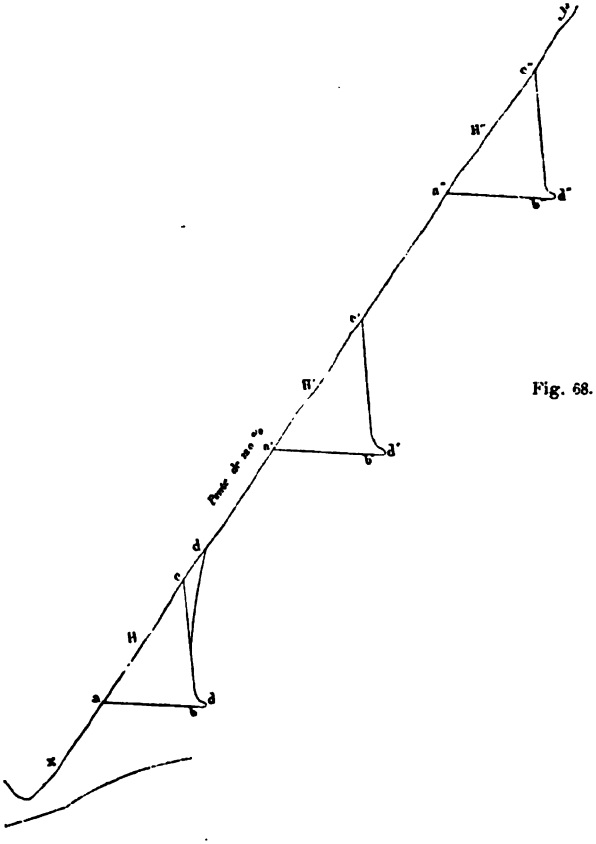


Fig. 68.

étouffés par les terres supérieures provenant, soit du talus *bh* lui-même, soit de son amont.

Enfin, la section *abh* demeurant ouverte, les eaux peuvent s'amasser sur la banquette, la crever à certains points, ou déterminer le glissement d'une tranche telle que *x a*, *x' e*.

Il convient donc d'apporter la plus grande circonspection dans l'emploi de ce genre de banquettes, surtout dans les marnes noires du lias, et de bien examiner si les conditions du sol que l'on veut fixer réclament absolument et sans conteste les sacrifices qu'impose ce mode de préparation, auquel, dans la plupart des cas, nous préférons le suivant, qui joint à une grande économie dans l'exécution l'avantage d'être très simple et de n'exiger aucun ouvrage de protection :

Étant donnée une berge *x y* à traiter (*fig.* 68), admettons qu'on ait reconnu la nécessité d'y créer des haies étagées H, H' et H"; on commence par ouvrir la banquette H suivant le profil *a b c*, où la ligne *a b* se trouve bien en devers contre la pente de la berge (de 20 à 30 pour 100), tandis que le talus *b c* est vertical, et l'on jette dans le fond du ravin le produit du déblai. Un planteur vient alors coucher ses plants sur le plafond de la banquette, en les plaçant bien perpendiculairement à sa direction, de façon que le collet de la racine de chacun d'eux se trouve à 10 centimètres environ en dedans de *a* vers *b*. Il les assujettit provisoirement avec un peu de terre qu'il emprunte, en quelques coups de pioche, au talus *b c* qui devient *d b*.

Un second piocheur placé en H' ouvre la deuxième banquette, de manière à se laisser constamment précéder par le planteur qui dispose les jeunes plants sur la banquette H; au lieu de jeter ses déblais, il les pousse en *a* et les laisse couler sur la pente *a d*, qui est toujours d'assez courte longueur.

Il en résulte que les terres, ne pouvant prendre une bien grande vitesse, viennent recouvrir les plants disposés sur la banquette inférieure *a b d*, et la remblayer entièrement.

On fait de même pour H", H"', etc., et, l'opération une fois terminée, les haies successives se trouvent plantées sans que le profil du versant en paraisse modifié autrement qu'à la plus haute haie où nécessairement il a fallu taluter pour recouvrir les plants.

L'économie de cette méthode est évidente; elle porte, en

effet, non seulement sur la quantité des terrassements, mais surtout sur la suppression de tout clayonnage en vue du soutien des talus; les plants formant les haies n'ont rien à redouter de l'éboulement des terres supérieures, qui ne produisent sur eux d'autre effet que de les rehausser davantage, sans pouvoir compromettre leur existence. Au bout de deux ou trois ans que les haies sont plantées, le sol, à leur amont, forme une sorte de bourrelet sur lequel on peut effectuer des plantations de résineux qui se trouveront dans de bonnes conditions de végétation, et entre lesquels on peut semer des fourragères qui achèvent la fixation définitive du versant (*fig.* 69, 70, 71 et 72).

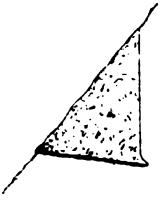


Fig. 69.
A la 1re Année.

Fig. 70.
Après la 2e Année.

Cette méthdoe, que l'on désigne généralement sous le nom de plantation en *cordons* [1], n'a cessé de donner d'excellents résultats; elle trouve son application dans les berges de torrents dont l'état superficiel ne permet aucun autre genre de plantation, et apporte un précieux secours à la fixation des terres à la naissance de certains ravins. Il arrive souvent, en effet, qu'à leur origine

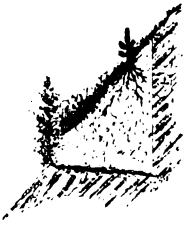


Fig. 71.
Après la 3e Année.

Fig. 72.
Après la 4e Année.

1. — Ce mode de plantation en *cordons* a été appliqué pour la première fois et avec un succès complet, dans les sols les plus ingrats, par son inventeur, M. Couturier, *Inspecteur des forêts,* aujourd'hui chef du service du reboisement des Basses-Alpes (*de Gayffier*, Pl. 14).

bien des ravins présentent des profils en travers très aplatis, mais développés en une sorte de demi-entonnoirs, dans lesquels on ne saurait construire utilement des clayonnages ou des fascinages, soit à cause de l'instabilité et de la pente du sol, soit à cause de la dépense qu'entraîneraient ces travaux. On trouve là encore une très avantageuse application des cordons entre lesquels, pour plus de consolidation, on plante une série de gros plançons de saule en lignes rapprochées, appelés à garnir immédiatement tous les vides que laissent entre eux les cordons sur la surface à consolider.

Les essences les plus avantageuses pour les plantations en haies sont :

Le robinier ;
L'orme ;
L'érable ;
Le coudrier ;
L'aubépine ;
Et le prunier de Briançon.

On les emploie en plants de deux ans, le plus souvent non repiqués.

Le saule pourpre et le saule drapé, qui n'exigent guère plus de fraîcheur que ces essences, présentent une très précieuse ressource pour ces cordons ; on les emploie en boutures que l'on se procure économiquement et facilement dans toutes les localités ; on coupe les boutures à une longueur dépassant de 10 centimètres la largeur de la banquette et on les place à 2 ou 3 centimètres au plus l'une de l'autre, de sorte que, dès la première année de végétation, l'on obtient de véritables cordons de verdure en travers des versants les plus arides.

La dépense en main-d'œuvre pour l'exécution de ces cordons s'établit d'après les données suivantes :

En terrain moyennement difficile, un terrassier, dans sa journée, prépare 40 mètres de banquette ;

Un planteur, en une journée, pose et fixe les plants sur 100 mètres de banquette.

La dépense en main-d'œuvre à l'hectomètre courant devient donc :

Ouverture des bandes	6 fr. 25
Pose et fixation des plants	2 fr. 50
TOTAL.	8 fr. 75

Si l'on veut obtenir le prix de revient de la plantation à l'hectomètre courant, il ne reste qu'à ajouter à cette somme la valeur des plants rendus à pied d'œuvre et convenablement préparés.

C'est surtout dans les fonds des ravins, sur les atterrissements des barrages et sur le pied des berges, que les feuillus trouvent leur emploi principal et prennent le pas sur les résineux. Susceptibles, en effet, d'être plantés au moment où ils ont acquis une taille qui rendrait impossible l'emploi de ces derniers, ils peuvent, dès la première année de leur introduction, jouer un rôle sérieux en vue de la retenue des terres. Occupant les terrains les plus profonds, les plus frais, les moins élevés et les plus abrités que puisse présenter un périmètre, ils se trouvent dans les meilleures conditions de végétation possible, et sont appelés ainsi à procurer dans l'avenir des produits importants. On a donc tout intérêt à choisir pour ces plantations les essences fournissant des bois d'industrie, d'une grande valeur sous un petit volume, telles que les ormes, les frênes et les érables.

On emploie ordinairement à cet effet des plants repiqués de trois à quatre ans, de préférence aux hautes tiges, qu'on réserve pour des cas rares et tout spéciaux.

La plantation se fait par trous assez grands pour que les racines des sujets puissent être bien étalées, suivant leur position naturelle; on a soin de placer leur collet au niveau du sol extérieur, afin d'écarter le danger de trop enterrer les plants.

On doit éviter avec soin de former des massifs composés exclusivement d'une seule essence, surtout pour le frêne, et planter au contraire en mélange.

Mais ces essences de valeur ne suffiraient pas à elles seules pour remplir le but des plantations, qui est de fixer les terres et d'aider parfois au colmatage dans les crues extraordinaires. On ne peut les planter assez serrées pour cela, et le pourrait-on même, qu'il faudrait y renoncer, car les arbres ne sauraient végéter longtemps dans de pareilles conditions et l'on aurait fait des frais de plantations inutiles.

Aussi doit-on se contenter d'espacer ces plants de valeur à $1^m,50$ au moins, sauf à remplir les intervalles par une infinité de boutures de peuplier et de saule, qui, dès la première année, maintiennent le terrain et peuvent être au besoin exploitées périodiquement, tous les deux ou trois ans, dans le but de fournir des matériaux aux travaux à exécuter ultérieurement dans les environs.

Les boutures ordinaires de bois de deux ans se plantent au plantoir; elles sont enfoncées à 40 centimètres dans le sol, qu'elles ne dépassent que de 8 à 10 centimètres au maximum. Les grosses boutures, que l'on nomme *plançons,* sont choisies dans des pousses de quatre à cinq ans; on prépare leurs trous au moyen de la barre à mine, qui remplace le plantoir en fer, et on pousse à une profondeur de 50 à 80 centimètres pour obtenir ainsi une sorte de pilotage dont les pilotis vivants raffermissent et maintiennent le sol.

CHAPITRE XI

TRAVAUX DE GAZONNEMENT

DES PATURAGES DE MONTAGNES ; LEUR COMPOSITION DANS LES ALPES FRANÇAISES. — Prairies fauchables. — Pâturages. — Pâturages du printemps et d'automne. — Pâturages d'été. — Montagnes pastorales. — RÉGÉNÉRATION ET AMÉLIORATION DES PATURAGES PAR LE GAZONNEMENT.

Considérations générales. — On s'est généralement entendu sur la valeur du terme *reboisement,* qui indique une opération nettement précise et dont le but est la création d'un massif forestier sur un terrain donné.

Mais il n'en est pas ainsi pour le *gazonnement.*

Toute personne, sans parti pris d'avance, qui, après s'être bien pénétrée de tout ce qu'on a dit ou écrit sur le gazonnement (notamment dans la discussion de la loi du 8 juin 1864), ne connaît ou n'a pas suffisamment observé les montagnes, surtout les Alpes françaises, est exposée à se faire du gazonnement une idée qui est loin d'être conforme à la réalité. Elle se représentera fatalement le sol d'une montagne recouvert, après l'opération du gazonnement, d'une vaste pelouse homogène, continue, appelée, tout en nourrissant de nombreux troupeaux, à retenir les eaux pluviales et à se conserver éternellement dans ces conditions salutaires et productives, moyennant un aménagement convenable du pâturage.

Il n'en est malheureusement pas ainsi dans la plupart des

montagnes. La vraie pelouse, tant désirée, tant invoquée par certains détracteurs, plus ou moins intéressés ou compétents, du reboisement, ne se rencontre qu'aux très grandes altitudes, presque toujours aux limites supérieures de la végétation forestière *actuelle,* sur les pentes douces des montagnes dites *pastorales,* nom local très caractéristique qui ne s'applique pas indifféremment à toutes celles de la même région climatérique qui est l'*alpine;* c'est dans cette région seule que l'on peut songer à appliquer ce que la loi de 1864 appelle le gazonnement.

Dans les régions moins hautes, l'*alpestre* et la *moyenne,* le reboisement s'impose davantage à mesure qu'on descend, et se mélange de plus en plus intimement avec le gazonnement, dont le caractère se modifie graduellement en même temps que les climats des différents étages de ces régions.

La pelouse disparaît; les plantes herbacées n'appartiennent plus aux mêmes espèces, elles végètent de plus en plus en touffes isolées et se mélangent de plantes buissonnantes de toutes sortes; mais leur ensemble ne forme plus un massif serré, protégeant suffisamment le sol; enfin, par suite de la sécheresse du climat, les herbes se trouvent pour la plupart à l'état de dessiccation complète à la fin de l'été, à l'époque des orages les plus redoutables, au moment même où le sol aurait le plus besoin de leur protection.

De ces considérations il résulte tout d'abord que le gazonnement, compris comme création, sur un terrain nu, d'un pâturage susceptible d'exploitation régulière, tout en procurant au sol un abri perpétuel, ne peut être tenté que dans la région très restreinte des montagnes pastorales.

De plus, cette opération devra être confinée exclusivement sur les terrains ne présentant pas des pentes trop prononcées, car, à l'encontre encore de bien des idées répandues à ce sujet, les gazons de montagne, étant très serrés, forment une sorte de feutre que les eaux des orages violents pénètrent peu, mais sur lequel elles glissent au contraire et s'agglomèrent ra-

pidement, si la pente est forte et présente quelques plis de terrain. Le gazon, dans ces conditions, n'offre donc aucune garantie de protection; il ne retient ni ne divise suffisamment les eaux, et pour peu que, dans les plis de terrain où elles se réunissent rapidement, il soit entamé à un point donné, un ravin ne tarde pas à se former pour devenir en peu d'années l'origine d'un torrent avec des berges vives que le gazonnement devient impuissant à fixer.

A l'apparition de la loi du 8 juin 1864, de très vives oppositions s'étaient manifestées dans certaines régions montagneuses contre l'application de la loi sur le reboisement qu'on accusait de détruire l'industrie pastorale, seule ressource des habitants; dans d'autres régions montagneuses, la foi dans le succès du reboisement ne laissait pas d'être quelque peu ébranlée à la suite de premières tentatives peu favorables, opérées dans un espace de temps bien court cependant et dans les conditions les moins concluantes, car en ce moment, où tout était nouveau, l'on ne possédait aucune donnée d'expériences probantes et l'on n'avait aucune tradition établie sur laquelle on pût s'appuyer sûrement. On aurait voulu des résultats prompts et immédiats; devant les exigences du temps et de la végétation, exigences dont on exagérait l'amplitude, l'on perdit trop tôt patience et l'on se rejeta, avec trop d'entrain peut-être, dans l'application de la nouvelle loi qui venait d'apparaître. On crut avoir en main des moyens de régénération des montagnes suffisants pour l'extinction des torrents; on leur trouva alors des avantages de toutes sortes sur ceux fournis par la loi du 28 juillet 1860, avantages au point de vue multiple de la dépense, de la certitude et de la célérité des travaux, avantages pour les populations, avantages économiques, administratifs et autres..... L'impulsion donnée par l'apparition de cette loi fut telle que dans l'enquête agricole de 1866, comme dans les délibérations de quelques conseils généraux de cette époque, on se servit du gazonnement comme d'une arme contre le reboisement.

En exécution de cette loi, de nombreux périmètres de reboisement décrétés antérieurement furent révisés et en partie affectés au gazonnement; l'on procéda sans retard aux travaux et... huit ou dix ans ans après, l'expérience une fois faite, on en fut réduit à provoquer de nouveaux décrets pour revenir au reboisement dans bon nombre de périmètres.

L'illusion n'a donc pas eu une bien longue durée; elle a disparu depuis longtemps devant les faits; la dégradation progressive des montagnes pastorales, couvertes cependant d'un épais gazon, démontre surabondamment que, même dans les hautes montagnes, le gazonnement pur et simple, tel que le comprend la loi de 1864, ne peut produire que d'amères déceptions au point de vue de l'extinction des torrents, et ne doit être employé, dans les régions où il est praticable, qu'à *prévenir* leur formation.

La loi de 1864 se trouve du reste à la veille d'être abandonnée pour faire place à la loi votée par la Chambre des Députés en février 1877, et dont l'article 8 vise les travaux de reboisement et de *gazonnement* pour cause d'utilité publique.

Il ne peut s'agir ici du gazonnement tel que semblait l'impliquer l'ancienne loi, car l'article 11 interdit à l'État tout travail d'utilité publique sur des terrains qui ne seraient pas devenus sa propriété.

Ce n'est donc que sur des terrains appartenant à l'État que pourront être à l'avenir exécutés des travaux obligatoires de gazonnement. Mais alors ce terme implique-t-il encore l'idée de la création d'un pâturage appelé dans l'avenir à être livré à l'élevage de troupeaux? Évidemment non, et sans chercher d'autres preuves, qui ne feraient pas défaut, il nous suffit de nous reporter à la constitution même des périmètres obligatoires, basée sur le même article 8, pour reconnaître que les motifs qui peuvent faire décréter d'utilité publique un périmètre donné ne sauraient comporter la création d'un pâturage destiné à être exploité par les troupeaux dans l'avenir, résul-

tat qui demeure réservé exclusivement aux travaux facultatifs prévus par les articles 1 à 7 de la même loi.

Le gazonnement prévu par l'article 8 devient donc un terme générique, signifiant toute opération ayant pour but de provoquer sur certains sols dénudés une végétation quelconque autre que la forêt proprement dite, et dans laquelle domineront toujours les plantes herbacées *pérennes,* c'est-à-dire durant un certain nombre d'années.

Cette interprétation du terme *gazonnement,* en matière obligatoire, nous paraît entièrement justifiée par l'extrait de l'*Étude sur les torrents des Hautes-Alpes* de M. Surell: « Cependant il est une erreur qui pourrait opposer une influence fâcheuse à l'exécution de nos travaux, et qu'il est important de détruire, je veux parler de cette opinion dans laquelle, sans mettre en débat les heureux résultats du reboisement, on s'attendrait toutefois à ne les voir se réaliser qu'au bout d'une très longue série d'années.

« Je dis que cette opinion serait fâcheuse, car en tout ce que nous entreprenons, nous voulons toucher vite au but, nous avons soif de jouir, et les travaux séculaires ne sont plus de notre goût. Avec une si âpre impatience, comment ne reculerions-nous pas, consternés et rebutés, devant une entreprise dont nous ne verrions jamais nous-mêmes le terme, dont les fruits ne seraient mûrs que pour une postérité aux destinées incertaines, qui enfin se présenterait à nous comme perdue dans les vapeurs d'un avenir lointain, pour lequel beaucoup de nous n'ont malheureusement ni de sympathie ni de foi?

« Mais hâtons-nous de faire voir que cette opinion n'est pas fondée.

« En effet, de quoi s'agit-il principalement dans tout ce que nous proposons? De détruire les torrents. Eh bien! pour en arriver là, il n'est pas indispensable d'attendre que les torrents soient ensevelis sous une couche de hautes forêts; il suffit que le sol soit tapissé de gazon, de broussailles ou d'arbustes. Les

arbustes aussi bien que les arbres consolident la surface du sol, divisent les courants qui tendent à le raviner, empêchent la concentration subite des eaux, et en absorbent une certaine portion dans l'humus qu'elles entretiennent à leur pied. Tout cela, nous le savons déjà et les exemples se pressent pour l'attester.

« Or, à une pareille végétation, il faut très peu de temps pour se rendre définitivement maîtresse du sol; s'il faut soixante ans [1] pour créer une véritable forêt, s'il faut plusieurs siècles pour parvenir à boiser certains revers déchirés, où les obstacles redoublent en nombre et en puissance, il suffira de quatre ou cinq années pour couvrir un terrain de broussailles. C'est là ce que prouve l'expérience de beaucoup de quartiers mis à la réserve et auxquels il n'a pas fallu plus de temps pour se montrer revêtus de cette utile armure [2].

« Est-ce à dire pour cela qu'il faille se contenter de produire des broussailles, même là où l'on pourrait immédiatement créer une forêt? Non, car les bois donnent de la valeur aux terrains qu'ils recouvrent, *ils emportent d'ailleurs avec eux des éléments nouveaux de régénération qui ne se rencontrent pas dans les broussailles. Considérons seulement cette même végétation comme destinée à précéder la grande végétation des forêts, sur les terrains où celle-ci aurait trop de peine à s'installer tout d'abord.*

« Ainsi, il faut concevoir le résultat de l'entreprise comme se séparant en deux effets : l'un, qu'on peut considérer comme immédiat, produit par l'apparition de l'herbe ou des arbres naissants, et qui se manifestera de suite par l'extinction ou par l'affaiblissement des torrents; le second, plus lointain, qui n'arrivera qu'à la suite des forêts, et dont l'importance sera développée tout à l'heure. Mais en ne considérant que le

1. — L'expérience des quinze dernières années a démontré que ce terme peut être considérablement réduit et que dix années peuvent suffire, dans la généralité des cas, pour couvrir un sol stable d'un peuplement forestier vigoureux.

2. — Dans les climats tempérés, mais non aux grandes altitudes.

premier effet, qui est précisément le but dominant de nos travaux, celui qui doit mettre un terme aux maux présents, et qu'il est le plus pressant d'atteindre, il demeure bien établi que cet effet-là, loin d'être séculaire, sera presque instantané et qu'il se fera sentir dès les premiers essais. »

Des observations qui précèdent nous tirons les conclusions suivantes :

1° Dans l'ordre des travaux obligatoires, le gazonnement ne peut être considéré que comme un terme générique indiquant toute opération ayant pour but de provoquer, dans les périmètres déclarés d'utilité publique, la production d'une végétation herbacée, arbustante, broussailleuse, etc., en un mot, d'une végétation quelconque autre que celle des grandes essences qui seules peuvent constituer la vraie forêt.

2° Ce n'est que dans l'ordre des travaux facultatifs que l'on peut avoir pour but, soit la création, soit l'amélioration d'un pâturage *destiné à une exploitation périodique ultérieure*. Nous l'étudierons néanmoins dans ce chapitre, afin d'y renfermer tout ce qui concerne le gazonnement.

Les considérations que nous venons d'émettre ont pour conséquence qu'en matière obligatoire le gazonnement se réduit à la combinaison de ce que nous avons décrit précédemment sous le nom d'*enherbement* et de *broussaillement* avec les résultats de la mise en défends.

Il ne nous reste donc qu'à examiner la question de la création et de l'amélioration des pâturages. Mais auparavant il est indispensable d'exposer à cet égard quelques observations générales.

Des Pâturages des Montagnes; leur Composition dans les Alpes françaises. — « Les montagnes alpestres peuvent être considérées comme divisées en trois zones : au sommet, autour des rochers et des glaciers, sont les pâturages; plus bas, les forêts; le fond des vallées, station habituelle des villages, est cultivé [1]. »

1. — Marchand, *Les Torrents des Alpes et le Pâturage*, p. 14.

Cette classification sommaire reproduit, dans ses grandes lignes, un état actuel que toute personne peut vérifier en parcourant les régions montagneuses.

Mais, laissant de côté le fond des vallées et les terrains propres à la culture, doit-on admettre comme une loi de la nature la division des versants des hautes montagnes en deux zones, l'une supérieure, où ne saurait prospérer la forêt et où seules pourraient végéter des plantes herbacées ayant crû spontanément et de toute ancienneté sur ces hauteurs, sans autre abri que celui qu'elles se fournissent mutuellement?

Dans le cas de l'affirmative, où commence la zone des prairies, ou plutôt à quelles limites supérieures se termine la zone des forêts et quelles sont les conditions naturelles qui les imposent?

Telles sont les questions qui se présentent à l'esprit de tout observateur qui, ne se contentant pas du simple énoncé d'une prétendue loi passée à l'état d'aphorisme, désire aller au fond des choses et rechercher les causes de la répartition actuelle de la végétation sur les hautes montagnes.

Les travaux de tous les savants explorateurs indiquent tout d'abord que, soit en s'avançant en plaine vers le pôle, soit en s'élevant verticalement vers les plus hauts sommets dans nos climats tempérés, l'on constate l'appauvrissement progressif de la végétation, qui, à la dernière limite, ne se manifeste plus que par des lichens.

Ils ajoutent en même temps :

Que, dans les Alpes de la Laponie, le pin et le bouleau sont les seuls arbres qui résistent à la rigueur des hivers et à l'insuffisance des étés [1];

Que la végétation de chaque espèce correspond à une section déterminée de l'échelle thermométrique;

Qu'au-dessous d'un certain degré de froid, la plante périt et qu'enfin le mélèze supporte des froids de 40 degrés au-dessous de zéro qui congèlent le mercure [2].

1. — Ch. Martins, *Du Spitzberg au Sahara*, p. 4.
2. — *Idem*, *Idem*, p. 21.

Dans ces conditions, peut-on admettre que les gazons en pelouses que l'on rencontre aujourd'hui au-dessus des limites supérieures actuelles des forêts n'aient jamais été mélangés à des essences forestières telles que le mélèze et le pin cembro, et puissent déterminer ainsi une zone climatérique dans laquelle il soit à jamais interdit de songer à introduire les forêts?

Nous n'hésitons pas à répondre négativement et nous appuyons notre opinion sur les considérations suivantes :

1° Dans les Alpes de Provence, situées entre le 44e et le 45e degré de latitude et où la limite des neiges éternelles dépasse 3,300 mètres d'altitude, les forêts en massif n'arrivent guère aujourd'hui qu'à 2,200 mètres et sont surmontées par des pelouses de gazons qui, dans les conditions les plus favorables à leur bonne végétation, atteignent une altitude de 2,800 à 3,000 mètres. Au premier aspect, ces pelouses semblent déterminer une zone toute spéciale; mais si l'on observe de près, on est tout étonné de rencontrer, dans bon nombre d'entre elles, des traces évidentes d'anciennes forêts se manifestant, tantôt par quelques pieds isolés, derniers témoins de l'antique végétation, tantôt par de vieilles souches presque entièrement recouvertes de végetation herbacée. De plus, en consultant la tradition du pays, on ne tarde pas à apprendre que les végétaux forestiers ont fait place à ces pâturages, qui n'occupent seuls aujourd'hui le sol que par *le fait de l'homme* à l'exclusion de toute autre cause.

En remontant vers les sommets, on ne tarde pas à voir cesser la pelouse de gazons bien garnis formant un tapis vert continu; on ne trouve plus que des touffes de plantes chétives poussant à l'abri des rochers ou dans les intervalles de leurs débris, et souvent de grands espaces de terre nue, privés de végétation par suite du séjour des neiges qui y persistent parfois pendant deux ou trois ans et interdisent alors tout développement des plantes.

Lorsque l'on considère les pelouses, malheureusement trop

rares, on se prend à se demander comment ce beau gazon, qui forme un épais feutre, a pu s'établir sur des terrains si maigres en apparence, et immédiatement les rares vestiges de l'ancienne végétation forestière se présentent à l'esprit; on reconstitue par la pensée les forêts clairiérées de mélèzes et de pins cembro qui devaient jadis occuper ce sol dans un climat où certainement la température la plus basse n'atteint pas 40 degrés au-dessous de zéro, et l'on comprend facilement, dès lors, que la pelouse ait pu se former, grâce à l'abri procuré au jeunes plantes herbacées par les essences forestières et au fertilisant engrais fourni par leurs aiguilles à un sol assez pauvre d'ailleurs.

L'observation des faits contemporains apporte avec elle des conclusions absolument concordantes :

Dans les mêmes contrées, en effet, toutes circonstances égales d'ailleurs, on a exécuté depuis plus de trente ans des essais de reboisement, combinés avec des mises en défends, dont les résultats fournissent de précieux renseignements. Partout où le sol s'est trouvé simplement abrité par un jeune peuplement de mélèzes, il se montre recouvert d'une véritable pelouse de gazon que l'on n'y a pas introduits, mais qui s'y sont développés naturellement, et qui présentent le même aspect et la même composition que les pelouses situées dans des conditions d'altitude et de climat analogues. Partout au contraire où, *toutes circonstances égales d'ailleurs,* le sol a été abandonné à lui-même et préservé seulement par une mise en défends tout aussi rigoureuse, *la pelouse ne s'est pas formée,* les gazons anciens subsistent seuls et leurs intervalles sont demeurés nus par suite de l'absence d'abris, ainsi que nous l'avons indiqué et expliqué au chapitre IX, dans le paragraphe relatif à la mise en défends.

Qu'au contraire, par suite de la mise en défends, il se soit manifesté une végétation ligneuse sur le sol, ce fait a eu pour conséquence immédiate la production du gazon. M. Mathieu, sous-directeur à l'École forestière, dans son rapport sur le

reboisement et le gazonnement des Alpes, avait déjà relevé en 1865 une observation de ce genre que nous avons pu multiplier par centaines depuis cette époque. Nous trouvons dans son rapport le passage suivant (p. 42) : « Aux environs de Barcelonnette, une partie du bassin de réception du torrent de Gaudissart, où les travaux facultatifs et principalement des barrages sont en cours d'exécution depuis une vingtaine d'années déjà, la mise en défends a permis à l'*aune blanc* et à l'*hippophaë ramnoïde, l'un et l'autre véritable providence de ces terrains,* de se développer assez pour constituer des fourrés dont les intervalles sont *actuellement dotés* de beaux pâturages. »

Cette mise en défends datait de 1846 et avait été accompagnée sur certains points de semis de mélèze qui, depuis le passage de M. Mathieu, ont pris un développement remarquable entraînant avec lui la constitution de plus en plus prononcée de la pelouse.

2° Dans le reste des Alpes, en Dauphiné, en Savoie et en Suisse, tous les explorateurs de la montagne constatent, en le déplorant, l'abaissement graduel et constatent de la limite supérieure de la végétation forestière, attribué exclusivement *au fait de l'homme.*

« Il n'est pas possible de supposer, en l'absence de toute preuve à cet égard, que le climat soit devenu plus mauvais par des causes physiques extérieures indépendantes de l'homme et auxquelles il ne pourrait opposer aucune résistance. La diminution de plusieurs glaciers, dont l'augmentation et la diminution répondent d'ailleurs aux années froides et aux années chaudes, parlerait plutôt contre cette hypothèse qu'en sa faveur. La fertilité des Alpages a diminué, leur limite supérieure s'est abaissée, les forêts ont disparu des régions élevées, l'état climatérique est devenu moins favorable à la végétation; les dévastations causées par les eaux, par les avalanches et par les chutes de pierres sont devenues plus fréquentes et plus considérables, ainsi que les éboulements sur les pentes

et les amas de débris dans les vallées. Telle est la longue liste des désastres dus à l'égoïsme de l'homme, qui a méconnu les lois de la nature en exploitant les forêts d'une manière désordonnée et en abusant d'elles avec une imprévoyance coupable. Aussi le châtiment ne s'est-il pas fait attendre et se fera-t-il sentir encore plus fortement dans l'avenir [1]. »

« Non seulement les hommes ont méconnu ces lois, dont nous ne rappelons ici que certains points saillants, mais ils ont le plus souvent été à leur rencontre, préparant ainsi de leurs propres mains les désastres les plus redoutables.

« Remontant les vallées, l'homme a voulu faire contribuer à ses besoins les grands laboratoires montagneux. Pour trouver des prairies sur les rampes, il a détruit de vastes forêts.....

« Bientôt lui-même cependant a été la première victime de son imprudence ou de son ignorance.

« Les forêts détruites, on a vu les avalanches de neiges couler en masses énormes le long des rampes. Ces avalanches périodiques ont entraîné avec elles l'humus, produit des grands végétaux, et, à la place des prairies que le montagnard croyait ménager pour ses troupeaux, il n'a plus trouvé souvent que le roc dénudé.

« Cette destruction des forêts semble avoir même des conséquences autrement désastreuses qu'on ne paraît le supposer. *La forêt protège la forêt,* et, plus on les détruit, plus elles abandonnent les altitudes où jadis elles se plaisaient. Aujourd'hui, autour du massif du mont Blanc, le mélèze, qui vivait vigoureux encore à une altitude de 1,800 mètres et marquait la limite de la grande végétation, quitte ces hauteurs et laisse isolés des témoins séculaires que des jeunes sujets ne remplacent pas.....

« Il y avait autrefois dans la vallée d'Andermatt des forêts de sapins et de mélèzes assez étendues, à une altitude de 1,500 à 1,800 mètres; de ces forêts, dévastées à la fin du

1. — Landolt, *Rapport au Conseil fédéral sur les forêts des hautes montagnes de la Suisse.*

siècle dernier, il ne reste plus qu'un petit bois au-dessus du village d'Andermatt qui le garantit contre les avalanches. Mais ces arbres sont vieux et les jeunes sujets ne paraissent pas. Ainsi, bien que les glaciers tendent à diminuer depuis quarante ans assez rapidement, ce qui semblerait indiquer une élévation dans la température moyenne, les forêts quittent les altitudes où elles se montraient encore pour descendre plus bas. Y a-t-il connexité entre ces deux effets? C'est ce que nous ne chercherons pas à indiquer. Ils n'en méritent pas moins de fixer l'attention des naturalistes.

« Nous ne voyons pas d'ailleurs que la grande végétation s'élève plus haut dans les contrées montagneuses dépourvues de glaciers que dans celles qui en sont pourvues.

« Le fait contraire semblerait se manifester. Et dans les montagnes du Dauphiné, qui n'ont que peu ou pas de glaciers, les forêts ne se montrent pas au-dessus de 1,500 mètres. L'aridité dès rampes de ces montagnes descend même beaucoup plus bas en bien des points...

« Il semblerait que les efforts de l'homme devraient tendre à favoriser la croissance des grands végétaux et non à les détruire à l'altitude extrême où ils peuvent pousser. Mais, à cet égard, l'incurie des montagnards est complète et, pour se chauffer pendant quelques heures, on les voit brûler le pied d'arbres centenaires ou bien conduire leurs troupeaux de chèvres à ces altitudes extrêmes de la végétation arborescente, où ces animaux arrachent les jeunes pieds, quand par hasard ils s'élèvent entre les roches dénudées. La nature semble se lasser pendant cette lutte journalière et elle abandonne à la stérilité des espaces *jadis couverts de forêts*. Les mélèzes disparaissent et les mousses mêmes quittent ces déserts de pierres. Que l'on parcoure la Savoie, l'Oberland, le Valais, partout l'on constate avec tristesse que les forêts tendent à descendre en même temps que les glaciers diminuent; que la solitude morne se fait au delà d'une altitude de 1,800 mètres, et que les neiges d'hiver, en fondant aux premières chaleurs du

printemps, causent des ravages de plus en plus sérieux sur les pentes, faisant succéder brusquement à des journées torrentielles des mois de sécheresse. »

Ces pages d'une vérité si frappante (et nous en passons des meilleures) sont empruntées à l'étude du massif du mont Blanc [1], publiée par un savant observateur qui, par ses travaux et sa spécialité, ne peut être taxé de professer pour les forêts une prédilection qui risquerait d'être traitée de partiale chez un forestier.

Il suffit de modifier les chiffres des altitudes, qui s'augmentent nécessairement dans les Alpes de Provence, par suite de la latitude et du climat général de cette région, pour y retrouver l'application des observations qu'elles renferment sur l'abaissement progressif de la limite supérieure de la végétation forestière.

De l'ensemble des considérations qui précèdent nous tirons les conclusions suivantes :

Les gazons formant aujourd'hui des pelouses continues au-dessus des forêts actuelles ne sont que les témoins de l'existence des forêts supérieures qui ont disparu *par le fait de l'homme,* après avoir été la cause dominante de la production de ces gazons.

Ces pelouses, qui subsistent encore, sont destinées, si l'homme n'y prend garde, à disparaître à leur tour, et à suivre la loi d'abaissement que son imprévoyance ou son égoïsme a imposée aux forêts.

La création de nouvelles pelouses sur des terrains supérieurs absolument dénudés ne peut être assurée que par l'intervention de la forêt, agissant comme celle qui a provoqué la production des pelouses qui existent encore dans la même région.

Les plantes herbacées qui végètent encore au-dessus de la *limite réelle* imposée à la végétation forestière, non par l'homme,

1. — Viollet-le-Duc, *le Massif du Mont-Blanc*, p. 245 à 248.

mais par la température du lieu, ne forment pas des pelouses sérieusement exploitables pour le pâturage et susceptibles de protéger le sol contre les influences météorologiques.

Ces conclusions s'imposent avec plus d'énergie dans les Alpes de Provence que dans toutes les autres, par suite du climat très sec qui caractérise cette région. La végétation herbacée est loin d'y rencontrer en effet les conditions d'humidité si générales en Suisse, par exemple, que les forestiers que nous avons eu l'occasion de visiter en parcourant ce pays avaient peine à concevoir la signification du terme *gazonnement,* tant ils étaient peu habitués à l'absence d'une végétation herbacée quelconque sur des versants montagneux.

L'on rencontre enfin dans ces conclusions la justification de l'extinction des torrents par le reboisement; car, sans elles, on se trouverait pour la plupart du temps réduit à ne reboiser que la région inférieure du bassin de réception et à abandonner tout le reste aux vaines tentatives d'un enherbement sans produits comme sans perpétuité assurée. Dans le cas donc d'un torrent à éteindre, on devra ne pas hésiter un seul instant à porter le reboisement beaucoup plus haut que peuvent l'indiquer les forêts actuelles et *ne s'arrêter qu'aux terrains où les neiges sont susceptibles de demeurer pendant plusieurs années de suite.* Il est évident que les conditions de la végétation des essences forestières présenteront certaines difficultés, surtout dans les premières années, mais l'art forestier saura bien les surmonter et rétablir, là où elle fait si cruellement défaut, la végétation ligneuse disparue par le fait de l'homme seul.

C'est là surtout le noble but de la mission confiée par la loi à l'Administration des forêts.

C'est là aussi la justification de la loi nouvelle contre les affirmations de certains détracteurs quand même, qui ne craignent pas d'affirmer que son application entraînerait une perte pour l'industrie pastorale, alors que précisément les pâturages sérieusement susceptibles de régénération ou d'amélioration,

demeurant en dehors des périmètres obligatoires, sont laissés à leurs propriétaires, appelés à bénéficier, au titre facultatif, des subventions que la loi autorise l'Administration à leur accorder.

L'altitude de la limite supérieure imposée par la nature à la croissance des végétaux forestiers est très variable dans une même région donnée. Elle dépend non seulement du climat général (qui, de la Suisse aux Alpes françaises, fait varier la limite des neiges éternelles de 2,700 à 3,300), mais encore du climat local; d'où il résulte que l'on ne peut établir à l'avance aucun chiffre absolu.

Cela posé, revenons aux Alpes françaises et examinons les conditions que présentent les différentes prairies et pâturages de montagne.

Laissant de côté les prairies artificielles, nous ne nous occuperons que des prairies et pâtures naturelles, c'est-à-dire de celles qui se reproduisent indéfiniment sans que l'homme les réensemence jamais.

On peut les diviser en prairies fauchables et en pâtures non fauchables où l'herbe est mangée sur pied.

Les prairies fauchables peuvent à leur tour être partagées en trois catégories se reliant par degrés infinis, mais qui se différencient par leur altitude et le degré de fertilité de leur sol.

Les prairies fauchables inférieures remontent jusqu'à 1,500 mètres d'altitude environ; elles rappellent les prés d'Alsace et de Lorraine. On les fauche habituellement deux fois par an (foin et regain). Malheureusement l'espace qu'elles occupent est très restreint. Il leur faut un sol très irrigable et de bonne qualité ou à défaut très souvent fumé.

Cette nature de prairie est caractérisée par quelques végétaux qui y sont très abondants. Ce sont les graminées qui dominent de beaucoup, contrairement à ce qu'on rencontre dans les autres sortes de prairies, notamment les bromes, les paturins, les grandes fétuques, les dactyles, etc. Outre cela,

on voit quelques ombellifères et composées qui ne constituent que la partie secondaire.

Le foin est ordinairement bon, mais recherché plutôt par le gros bétail que par les moutons.

Viennent ensuite les prairies fauchables de la région moyenne, qui s'étendent de 1,500 à 2,000 mètres et sont bien plus répandues que les premières.

On n'y coupe le foin qu'une fois dans l'année; il est moins long ordinairement que dans les prairies de l'espèce précédente. Quelquefois on fume ces terrains, mais ordinairement on se contente de les irriguer et d'y faire paître ou au moins parquer des moutons après la coupe d'herbe, qui se fait en août ou septembre. On y récolte de 12 à 15 quintaux métriques de fourrages à l'hectare.

Les graminées ne sont que la partie secondaire dans ces prairies; les ombellifères, géraniacées, composées et colchicacées sont très abondantes, ainsi que les trèfles, potentilles, anémones, etc.

On peut distinguer encore une troisième nature de prairies fauchables. Ce sont celles des régions supérieures, qui s'étendent de 1,800 mètres jusqu'à 2,500 mètres d'altitude [1].

Elles occupent des régions où la neige se maintient jusqu'au mois de juin. On les rencontre exclusivement dans les parties les plus fertiles et les moins déclives, ordinairement peu irriguées, de la région montagneuse. On ne les fume jamais, mais toujours on y met les moutons en automne; souvent on les y parque en changeant ce parc de place, ce qui équivaut à une fumure. L'herbe y est toujours courte, n'atteint guère qu'une quinzaine de centimètres et fournit le foin dit *de montagne,* de bonne qualité, mais un peu grossier et échauffant pour le bétail; le produit à l'hectare est généralement de 7 à 8 quintaux métriques.

On peut d'abord distinguer les pâturages en deux catégories: ceux où les bestiaux pâturent pendant l'été et ceux où ils

1. — Voir la note E, page 436.

ne pâturent qu'au printemps et à l'automne, c'est-à-dire à l'époque où les premiers sont généralement couverts de neige.

Les pâturages de printemps et d'automne occupent les versants, le plus souvent exposés au sud, voisins des habitations plus ou moins agglomérées et présentant une végétation chétive et peu abondante.

Dès que le temps est suffisamment beau, dès que la neige y est fondue, c'est-à-dire du mois de mars jusqu'en juin, on y fait pacager un grand nombre de moutons qui ont hiverné dans les écuries et n'ont plus rien à attendre d'ailleurs, car les granges sont à peu près vides de foin.

Ces terrains, très peu fertiles par eux-mêmes, qui vont jusqu'à 1,600 à 1,700 mètres d'altitude, sont ainsi parcourus par un nombre considérable de moutons qui mangent le peu qu'ils trouvent et apportent partout la désolation. Au printemps, quand le sol est encore détrempé par la neige qui vient de fondre, ces moutons piétinent le terrain, écrasent les jeunes plantes qui germent et arrachent les petites plantes plus précoces, qui ne résistent pas sur ce sol encore humide.

C'est là un des dangers les plus grands pour la montagne, qu'il est bien difficile de supprimer à cause du manque actuel de fourrages d'hiver, mais qui disparaîtra fatalement par l'excès même de la jouissance.

En automne, quand la neige revient occuper la région haute, ces terrains sont de nouveau livrés aux moutons; mais à cette époque le mal causé est beaucoup moindre; les herbes sont robustes et les moutons ne font qu'un mal insignifiant relativement à celui qu'ils occasionnent au printemps.

Viennent ensuite les pacages plus élevés que les moutons parcourent pendant une bonne partie de l'année, mais qui ne constituent pas encore ce que l'on appelle les *montagnes pastorales*.

Ils sont formés surtout des parcelles que le cadastre appelle *vagues*, entremêlées de quelques plaques de gazons incomplets ou de broussailles de toutes espèces.

Ils occupent des sols très variés à tous égards; à la différence des précédents, ils ne sont point toujours en très mauvais état, et pourraient parfois être régénérés ou améliorés sans grande difficulté. Mais ils appartiennent presque tous à des communes absolument sans ressources.

Ils tiennent le milieu entre les pacages de printemps et les montagnes pastorales, et sont parcourus par les moutons indigènes exclusivement. Les plantes qui les composent sont très variables; il serait difficile d'en donner une liste; c'est un intermédiaire, pour la flore comme pour le reste, entre celle de la catégorie précédente et celle de la suivante.

Nous arrivons enfin aux *montagnes pastorales,* composées de pâturages qu'on ne fauche pas, quelle qu'en soit l'étendue, mais qui sont encore suffisamment gazonnés pour qu'en général les plantes forment une pelouse.

Habituellement elles sont louées à des bergers étrangers dits *transhumants,* mais parfois aussi elles sont pâturées par des bêtes du pays. Ces montagnes occupent des régions situées entre 1,800 et 3,000 mètres d'altitude. L'herbe y est généralement courte, très serrée, formant comme un feutre par ses racines, mais parfois en mottes séparées par des vides, qui représentent un commencement de dégradation.

Les moutons y montent habituellement vers le milieu de juin et en redescendent aux premières neiges, c'est-à-dire en octobre.

La plupart des auteurs, y compris M. Surell, se sont accordés pour attribuer aux troupeaux transhumants la plus grande somme des dégâts que subissent les montagnes et pour donner la préférence aux troupeaux indigènes. Il est parfaitement démontré et admis incontestablement aujourd'hui que cette opinion doit être abandonnée. Le *transhumant*, qui n'arrive sur la montagne qu'au moment où la végétation est en pleine activité et où le sol s'est raffermi, qui ne parcourt que les pelouses sur les versants les moins rapides, et qui part avant les grandes pluies d'automne, est beaucoup moins destructeur

de la montagne que l'*indigène,* qui ne laisse en hiver aucun répit au moindre versant dégarni de neige et parcourt les différents étages de la montagne, suivant les saisons, dans les conditions les plus défavorables pour la stabilité du sol et la conservation de la végétation herbacée.

Tandis que, dans les pâtures des deux catégories précédentes, il est très difficile de fixer une possibilité en moutons, on admet en général que pour maintenir une montagne pastorale en bon état, il ne faut pas dépasser le chiffre de trois moutons par hectare. Toutefois ce chiffre normal est très souvent inobservé, au grand détriment de la propriété.

Les vaches ne paissent guère sur les montagnes pastorales dont l'herbe est très courte. Leurs pâtures se trouvent plutôt sur les prairies fauchables, qui ne sont quelquefois pas coupées pour ce motif qui présente souvent, dans la haute Provence surtout, un sérieux obstacle à la substitution, si désirable cependant, de la vache au mouton.

Régénération et Amélioration des Pâturages par le Gazonnement. — On peut, en résumé, distinguer dans les montagnes, en dehors des prairies artificielles :

Des prairies naturelles fauchables .	d'altitude inférieure. d'altitude moyenne. d'altitude supérieure.
Des pâturages non fauchables . . .	de printemps et d'automne. d'été. de montagnes pastorales.

Nous ne citons les prairies fauchables que pour indiquer en passant qu'il y a tout avantage, au point de vue de la production nationale comme à celui de l'intérêt public, à exciter et encourager leur développement dans les plus grandes proportions possibles, car c'est le meilleur moyen d'arriver à la réduction progressive des pâturages de printemps, qui aurait pour conséquence, en supprimant une des principales causes de la ruine des montagnes, de rendre à la forêt des terrains

qu'en bonne économie elle devrait occuper, et de replacer ainsi les diverses végétations selon les lois de la nature.

La *régénération* des pâturages dont nous allons nous occuper ne peut concerner que des terrains dont la collocation dans des périmètres obligatoires n'a pas paru nécessaire.

Ces terrains ne peuvent donc se trouver entièrement privés de toute végétation et présentent dès lors d'anciens gazons disséminés sur la surface et séparés entre eux par des espaces nus plus ou moins grands.

La mise en défends des quartiers à régénérer sera d'abord la première mesure à prendre ; mais seule elle serait inefficace, comme nous l'avons démontré. Il faudra donc avoir recours à des semis artificiels.

Les plantes herbacées qui composent les pâturages en bon état dans les montagnes sont en nombre très considérable et forment des mélanges intimes qu'il serait bien difficile, sinon impossible, de doser pour chaque cas particulier. D'ailleurs la récolte de leurs graines présente une difficulté d'un autre ordre que l'on surmonterait à grand'peine, et qui, dans ce cas, occasionnerait une dépense tout à foit hors de proportion avec les résultats à atteindre. Elles mûrissent à des époques très différentes, de sorte que si l'on coupe, sur une étendue de bons pâturages mis spécialement en défends, les herbes ayant crû en toute liberté, on ne récolte qu'une minime partie des graines utiles dans un état de maturité convenable. Tous les essais que nous avons tentés à cet égard n'ont donné que de maigres résultats et ont entraîné à des dépenses qui auraient été excessives s'il se fût agi d'une quantité un peu forte de graines.

Le mieux est donc de s'en tenir aux graines du commerce, telles que sainfoin, fenasse, etc., et de les semer dans les intervalles des gazons de manière que le sol soit couvert dès la deuxième année. Les plantes destinées à disparaître plus tard durent cependant assez longtemps pour fournir aux graines produites par les gazons qui les entourent un abri suffisant con-

tre les influences atmosphériques, et pour permettre ainsi aux jeunes plantes définitives de se développer et de les remplacer un jour.

On conçoit que ce mode de régénération ne peut être appliqué que dans le cas où les intervalles, absolument nus entre les gazons, ne présentent pas une bien grande surface intrinsèque. Au cas où la nudité occuperaif des étendues importantes, les plantes de sainfoin et de fenasse, livrées à elles-mêmes et manquant du contingent fourni par les anciens gazons, risqueraient fort de ne pas procurer un abri et un engrais suffisants au sol; auquel cas le moyen le plus économique et le plus sûr serait de planter, sur les surfaces nues, des bouquets de mélèze ou de pin cembro qui, convenablement disséminés, fourniraient l'abri et l'engrais nécessaires, tout en préparant pour l'avenir des abris aux troupeaux contre les ardeurs du soleil et un auxiliaire précieux pour la consolidation du sol.

On créerait ainsi des sortes de prés-bois, où le bois n'occuperait que des parties restreintes, telles que les ressauts en pente raide, les fonds de petits ravins naissants et quelques places sur les grands vides.

En opérant de la sorte, l'on ne ferait, somme toute, que rétablir les conditions d'équilibre les plus rationnelles entre les besoins de l'industrie pastorale et la nécessité de la conservation du sol, conditions que l'on rencontre dans la plupart des beaux pâturages de montagne, depuis le Jura jusqu'au Alpes.

L'*amélioration* des pâturages a pour but l'augmentation de la production intensive, et s'obtient par l'élimination de certaines plantes parasites ou mauvaises pour les animaux appelés au parcours, par l'épierrement, par la fumure et par l'irrigation, toutes opérations en faveur desquelles les propriétaires sont susceptibles de recevoir des subventions de la part de l'État. Ces améliorations ont pour résultat d'augmenter les bénéfices de l'industrie pastorale, tout en assurant pour le

présent et pour l'avenir la conservation des versants qui ont échappé à la dévastation des torrents. Dans certaines contrées favorisées, elles amènent à la création d'associations fourragères dites *fruitières,* qui entraînent la substitution de la vache au mouton dans les parcours, substitution qui détermine un accroissement de la production nationale en même temps que les garanties de conservation des pâturages et par suite des montagnes.

LIVRE CINQUIÈME

OPÉRATIONS DIVERSES

CHAPITRE XII

OPÉRATIONS TOPOGRAPHIQUES

Délimitation et Bornage. — Dans le cas où l'on n'aura pas à prévoir de difficultés avec les riverains et où l'exécution d'une délimitation générale entraînerait une perte de temps considérable sans procurer un avantage proportionné, on pourra procéder à une série de délimitations et de bornages partiels, au fur et à mesure de l'avancement des travaux dans les périmètres.

Lorsqu'il y aura lieu à expropriation, surtout pour les petites parcelles ou parties de parcelles cadastrales appartenant à des particuliers, il conviendra de lever exactement et de dresser un plan régulier de chacune des portions des propriétés à exproprier, de façon à éviter toute contestation ultérieure après le décision du jury. Au moment de l'entrée en possession, on fera placer des bornes numérotées d'après les plans, qui seront dressés en plusieurs expéditions en vue de leur conservation.

Il y a tout intérêt à opérer de même en ce qui concerne les

caraires, voies laissées libres pour le passage des troupeaux à travers une partie d'un périmètre donné.

En exécutant les levés relatifs tant aux délimitations qu'aux caraires, il est avantageux d'opérer simultanément le nivellement sur tous les cheminements; on obtient ainsi des moyens de contrôle et en même temps des données utiles à la confection ultérieure du plan définitif du périmètre.

Levés successifs, Plan définitif. — Au fur et à mesure qu'on établira des chemins et des sentiers dans les périmètres, on opérera le levé et le nivellement de leur tracé définitif en ayant soin de les rattacher à un point trigonométrique voisin, stable et facile à retrouver. On opérera de même dans le levé des torrents, des ravins et des lignes de divisions, de sorte que peu à peu on obtiendra sans frais supplémentaires un plan complet et détaillé du périmètre traité, ainsi que son orographie; car, pour la compléter, il suffira de quelques nivellements supplémentaires entre ceux fournis par les torrents et les chemins.

On relèvera également avec soin l'altitude des points principaux où sont établis les baraquements, les pluviomètres, les pépinières volantes.

Outre le plan d'ensemble d'un périmètre donné, il y a tout intérêt à conserver les plans de détails levés dans les torrents et dans les ravins, afin d'avoir plus tard un terme de comparaison avec le nouvel état dans lequel se présentera le périmètre une fois les travaux terminés.

A cet effet, l'on constitue, pour chaque torrent un album spécial renfermant son plan général, son profil en long, ses profils en travers et les dessins d'exécution de tous les ouvrages importants destinés à être l'objet d'entretiens ultérieurs. Ces albums, établis en plusieurs expéditions, en vue des chances de destruction, seront dans l'avenir du plus haut intérêt.

CHAPITRE XIII

TRAVAUX DE VOIRIE

CHEMINS, SENTIERS. — Application du dendromètre Bouvart.

Chemins, Sentiers. — Les rares chemins ou sentiers qu'on peut rencontrer par hasard dans les périmètres sont loin de répondre aux exigences de l'exécution des travaux, soit au point de vue de leur distribution, soit à celui de leurs pentes.

Il convient donc d'établir, dans chaque périmètre, un réseau de chemins qui procurent la plus grande somme d'avantages aux travaux et assurent, pour l'avenir, une circulation facile et économique dans la forêt nouvelle, soit en vue de sa conservation, soit en vue de son exploitation.

On conçoit facilement l'importance qui s'attache, sinon à construire, du moins à tracer, dès le début, le réseau des chemins, voire même des routes, qui devront desservir la future forêt. Ces voies, ouvertes d'abord sur une petite largeur, réaliseront dans l'exécution des travaux une économie importante, en diminuant les frais de transport du matériel, des plants, des graines et de tous les matériaux nécessaires aux travaux (*de Gayffier*, Pl. 7, 35, 36, 44, 45, 47).

A ces voies artérielles viennent se souder de nombreux petits sentiers permettant de circuler sur des pentes souvent très difficiles et parfois même inaccessibles auparavant, donnant accès aux ouvriers sur toutes les parcelles à travailler et

assurant l'entretien et la conservation de la jeune forêt par la facilité procurée aux préposés de la parcourir commodément et rapidement.

Les chemins appelés dans l'avenir à servir au besoin de routes forestières peuvent être ouverts, dès le début, sur une largeur de 3 mètres, qui permet l'introduction des charrettes de transport, sans nécessiter de grands frais d'entretien.

On leur donne au maximum 12 pour 100 pour les pentes, 6 pour 100 pour les rampes.

Ces chemins, faits la plupart du temps à mi-côte, ne nécessitent aucun transport en long et n'entraînent en général qu'une faible dépense. Aussi peut-on se contenter, pour leur exécution, d'un devis basé sur le prix du mètre courant, qui ne peut varier que d'après la nature du sol et du profil en travers, la largeur demeurant constante.

Chaque fois qu'un chemin traversera un ravin, petit ou grand, on établira, pour la traverse, un mur de soutènement formant barrage, muni au besoin d'un pertuis pour l'écoulement des eaux ordinaires.

Le couronnement de ces barrages devra toujours avoir sa corde placée horizontalement et sa flèche aussi réduite que possible; on évitera ainsi le danger de détourner vers le chemin les eaux qui passeraient sur le barrage.

Après ces grandes voies viennent des chemins muletiers, destinés à desservir les points où l'établissement des chemins carrossables serait onéreux. On leur donne une largeur de $1^{m},50$ à 2 mètres, et leurs pentes et rampes peuvent atteindre de 15 à 18 pour 100, sans cependant aller au delà.

Enfin les sentiers n'ont qu'une largeur variant de 60 centimètres à $1^{m},20$. Quant à leurs pentes maxima, elles sont les mêmes que pour les chemins muletiers.

On peut simplifier considérablement les études et le travail que réclame le tracé de tous les chemins, petits ou grands, en se servant, au lieu d'éclimètres ou de niveaux à pied, du *den-*

dromètre Bouvart, qui est d'une application générale pour tous les travaux de ce genre dans les Basses-Alpes.

Nous transcrivons ci-après, au sujet de cet instrument, une note rédigée par M. P. Carrière, sous-inspecteur des forêts, qui, le premier, en a introduit l'usage dans ce département :

« La construction du dendromètre de M. l'inspecteur Bouvart est fondée sur les propriétés des tangentes. La forme de cet instrument, la disposition de ses parties et son maniement sont connus de tous les forestiers.

« Si l'on considère, dans le plan vertical passant par l'œil de l'opérateur et le point observé, d'une part l'angle formé par la ligne de visée et l'horizontale partant de l'œil, d'autre part l'angle compris entre les rayons allant de l'axe du perpendicule, l'un au zéro du limbe et l'autre à la division de ce limbe qui coïncide avec l'index fixe, on voit que ces angles sont égaux comme ayant les côtés perpendiculaires chacun à chacun. Le limbe n'est point gradué en parties aliquotes de la circonférence, les arcs compris entre le zéro et chacune des divisions consécutives correspondent aux angles dont les tangentes trigonométrique sont 1, 2, 3, etc., centièmes du rayon, et ce sont ces nombres qui sont inscrits en regard des divisions. Le zéro est placé de manière à se trouver sur la verticale passant par l'axe du perpendicule lorsque la ligne de foi est horizontale; l'index fixe est disposé de façon à se trouver en coïncidence avec le zéro dans ce cas de visée horizontale.

« Étant donnée une ligne allant de l'œil à un point quelconque, il est facile de se représenter la verticale passant par ce point et l'horizontale allant de l'œil jusqu'à la rencontre de cette verticale; ces trois lignes forment un triangle rectangle. L'opérateur observe l'angle compris entre la ligne de visée et l'horizontale; le dendromètre lui en donne la tangente trigonométrique, c'est-à-dire le rapport (en centièmes) de la verticale à l'horizontale, en d'autres termes, la pente de l'hypoténuse ou ligne de visée. Donc, d'une manière générale, le

dendromètre donne en centièmes la pente de la ligne de visée. (Il est bon de se rappeler que les nombres exprimant ces pentes ne sont gravés sur le limbe que de 10 en 10 et que les zéros qui devraient terminer les nombres ont été supprimés, pour plus de simplicité : ainsi, en lisant 1, 2, 3, etc., il faut entendre 10, 20, 30, etc.

« L'aide doit être muni d'une mire dont le voyant soit ajusté de telle sorte que la distance de son centre au pied de la mire soit égale à la hauteur de l'œil de l'opérateur au-dessus du sol. Dans ces conditions, la ligne de visée est parallèle et, par conséquent, équivalente à la ligne droite allant sur le sol du point sur lequel s'appuient les pieds de l'opérateur au point où est posée la mire. Dans la pratique, on se sert, en guise de mire, d'un jalon, d'une latte, d'un bâton quelconque sur lequel on fait un cran à la hauteur où devrait se trouver le centre du voyant.

L'aide tient ce bâton à pleine main, en s'arrangeant de telle sorte que la surface formée par le dessus de son pouce et de son index se trouve au niveau du cran; l'opérateur distingue très bien, aux plus longues portées, le dessus de la main de l'aide et vise facilement cette ligne.

« Le dendromètre Bouvart est d'un emploi extrêmement commode pour l'exécution rapide de certaines opérations de nivellement auxquelles il est nécessaire de procéder journellement dans les périmètres de reboisement, telles que tracés et études.

« Premier cas. — *Opération sur un chemin existant.* Les stations sont marquées par des piquets ou indiquées par des changements de pente. L'opérateur et son aide, qui le précède, marchent et s'arrêtent de manière à se trouver toujours à deux stations consécutives. Pour plus de sûreté, l'opérateur, s'il dispose d'un deuxième aide, le fait marcher derrière de la même manière que l'autre devant; il y a alors deux observations à chaque station, et le coup d'arrière contrôle le coup d'avant de la station précédente. Exemples : levé du profil en

long de ravins secondaires, de petits torrents, d'un chemin à rectifier, etc.

« Deuxième cas. — *Tracé d'une ligne à pente donnée.* L'opérateur et son aide marchent comme dans le premier cas; les stations doivent être choisies de telle sorte que la ligne allant de l'une à l'autre soit en coïncidence, autant que possible, avec la surface du terrain. L'aide se place d'abord au jugé, puis monte ou descend dans le sens de la plus grande pente du terrain, d'après les indications que l'opérateur lui donne de la voix ou de la main. Lorsqu'enfin le dendromètre marque la pente voulue, l'aide plante un piquet ou fait un tas de pierres à l'endroit où reposait le pied de la mire, puis il se remet en marche. Quand l'aide manque d'expérience ou de coup d'œil, il y a avantage à changer l'ordre de marche; l'aide se tient en arrière et n'a qu'à stationner au point qui vient d'être déterminé, tandis que l'opérateur, tournant le dos à la direction suivie, cherche le nouveau point en se déplaçant, comme il a été dit précédemment pour l'aide, jusqu'à ce que le dendromètre marque la pente convenue. De cette manière l'opérateur est certain de son cheminement, suit bien les mouvements du terrain; en outre, il choisit chaque station de façon à ménager pour la portée suivante de bonnes conditions de visée et de distance. Exemples : chemin ou sentier destiné à donner accès aussi haut que possible dans une partie d'un périmètre; rigole devant servir à répandre sur un versant les eaux d'un ruisseau ou d'une source; en outre, tous les tracés horizontaux, tels que chemins de ceinture, sentiers de ronde, ligne de zone ou de parcellaire, bandes pour semis ou plantations, banquettes pour cordons de saules, etc.

« Troisième cas. — *Tracé d'une ligne à pente constante entre deux points donnés.* Partant de l'un des points de sujétion, on se dirige aussi exactement que possible vers l'autre, dont on connaît toujours plus ou moins approximativement la situation. On opère comme dans le deuxième cas, et, en outre, on chaîne d'une station à l'autre en ayant soin de noter sur un

carnet la longueur de chaque portée et, à côté d'elle, la pente correspondante; on va ainsi jusqu'à l'autre point de sujétion ou plutôt jusqu'à la rencontre de la ligne de plus grande pente passant par ce point. Pour chaque portée, la différence de niveau de ses extrémités est égale au produit de la longueur chaînée par la pente. La différence de niveau entre les deux points de sujétion est donnée par la somme de ces produits (quelques-uns d'entre eux pouvant, bien entendu, avoir une valeur négative). Si le cheminement a été fait avec soin, sa longueur peut être considérée comme sensiblement égale au développement qu'aura la ligne à tracer. On déterminera donc approximativement la pente de cette ligne en divisant la différence de niveau entre les points de sujétion par la longueur du cheminement d'essai. On rentre alors dans le deuxième cas; partant de l'un des points avec une pente donnée, on doit arriver à l'autre à peu de chose près. S'il y avait trop d'écart, on ferait, à l'aide du second cheminement, le même calcul qu'avec le premier, et on procéderait à une troisième opération qui serait le tracé définitif; mais généralement il suffit de retoucher la ligne sur une certaine longueur pour la faire aboutir exactement au deuxième point. Il est facile de comprendre que pour le cheminement d'essai, on a tout intérêt à marcher aussi longtemps que possible avec la même pente choisie, de façon à maintenir ce cheminement dans une direction convenable; en effet, lorsqu'il s'agit de faire le calcul, on cumule les longueurs des portées pour lesquelles la pente est la même et on réalise ainsi une simplification souvent considérable. Exemples : chemin ou portion de chemin devant passer par deux points fixes, canal d'arrosage destiné à aboutir à un endroit déterminé, tel qu'une pépinière.

« Quatrième cas. — *Détermination de l'intersection de deux lignes à pentes différentes.* Ce problème trouve son application lorsqu'il s'agit de fixer l'emplacement de barrages de faibles dimensions. Étant données la place d'un premier barrage et la pente sous laquelle on admet que se formeront les atterrisse-

ments, on cherche l'endroit où devra être construit le barrage suivant en amont, c'est-à-dire le point où une ligne, partant du milieu de l'arête du barrage avec la pente d'atterrissement, rencontrera la ligne du thalweg de la ravine. Si le premier barrage est déjà construit, l'opérateur s'installe sur son couronnement et, en employant la même mire que dans les trois cas précédents, la fait mouvoir par l'aide le long de la ligne du thalweg jusqu'à ce que le dendromètre marque la pente adoptée pour l'atterrissement. S'il n'existe pas de barrage au point de départ, ce qui a lieu généralement, on emploie une mire à règle graduée. La position normale du centre du voyant devait être à une distance du pied de la règle égale à la hauteur de l'œil de l'opérateur au-dessus du sol. On abaisse alors le centre du voyant, au-dessus de sa position normale, d'une quantité égale à la hauteur que devra avoir le barrage à construire au point de départ. De cette manière, l'opérateur fait perdre la hauteur qu'il perd lui-même en se plaçant sur le sol du fond de la ravine au lieu d'être sur le barrage, et il rétablit ainsi le parallélisme voulu entre la ligne de visée et la ligne de plus grande pente du futur atterrissement. Cette correction de la position du voyant peut se faire tant qu'il s'agit de barrages dont la hauteur ne dépasse pas $1^{m},50$, ce qui est, d'ailleurs, le cas le plus fréquent. Si les barrages doivent avoir une hauteur supérieure à celle de l'œil au-dessus du sol, il faut marcher dans un ordre inverse; l'aide se place au point de départ, et c'est l'opérateur qui circule dans le fond de la ravine pour chercher l'emplacement du barrage d'amont. La distance du centre du voyant au pied de la règle doit alors être égale à la longueur adoptée pour la position normale, augmentée de la hauteur qu'aura le barrage à construire au point où se trouve la mire; l'aide peut aussi, s'il n'a pas de mire à règle graduée, planter à son point de stationnement un jalon de même hauteur que le futur barrage, et placer sur la tête de ce jalon le pied de la mire à voyant fixe ou du bâton-mire dont le cran, pour être rendu apparent, est préalablement souligné par une

bande de papier blanc. Exemples : établissement de fascinages, de clayonnages, de seuils et de petits barrages en pierre sèche.

« Il n'y a pas lieu de donner un pied au dendromètre, qui n'est point un instrument de précision, mais qui a le mérite d'être très portatif, de se prêter aux opérations expéditives et de pouvoir être employé partout où il y a place pour le pied d'un montagnard. M. Nicot, inspecteur des forêts à Gap, a perfectionné d'une manière très ingénieuse le dendromètre en y adaptant, près de la fenêtre par laquelle, on voit le limbe, un petit miroir à charnières dans lequel l'observateur peut suivre les mouvements de ce limbe et en lire les indications tout en maintenant l'œil près de l'oculaire de l'instrument. Cette précieuse amélioration devait être apportée à tous les dendromètres Bouvart. »

Barrières, Caraires. — Il arrive souvent que dans un périmètre l'on est obligé de laisser un ou plusieurs passages libres, tantôt pour permettre aux troupeaux de la localité de traverser une partie du périmètre pour se rendre dans les pâturages voisins, tantôt pour leur fournir le moyen de se rendre à un abreuvoir qu'on ne peut trouver que dans le périmètre lui même, tantôt enfin pour leur donner un accès sûr dans des propriétés enclavées.

Ces passages, que dans les Alpes on désigne sous le nom de *caraires* et parfois de *drayes*, présenteraient un danger constant pour le périmètre comme pour les propriétaires des troupeaux, si l'on se contentait de les délimiter par de simples bornes, auquel cas, de plus, on serait obligé de leur donner une largeur énorme

On évite tous ces inconvénients en les bordant de chaque côté par une barrière derrière laquelle on peut ensuite planter, dans les endroits favorables, une haie vive très épaisse destinée à la remplacer dans l'avenir.

Il arrive parfois en outre qu'un périmètre est traversé ou bordé par des voies publiques, telles que routes nationales ou

départementales, chemins vicinaux, etc., et qu'il y a, sur certains points du parcours, nécessité d'en défendre l'entrée. On est donc, dans ce cas, obligé d'avoir recours à une clôture du même genre.

Ces barrières peuvent consister exceptionnellement, dans les rares cas où la pierre est abondante et facile à travailler, en un mur en pierre sèche de 1^m, 20 de hauteur; mais, en général, on est obligé d'avoir recours à d'autres moyens.

Si les troupeaux consistent en bêtes aumailles, on construit la barrière en bois, tandis que pour les bêtes ovines une simple barrière en fil de fer galvanisé devient suffisante.

Les barrières en bois doivent être assez hautes pour ne pas être franchies par les animaux, assez solides pour résister à

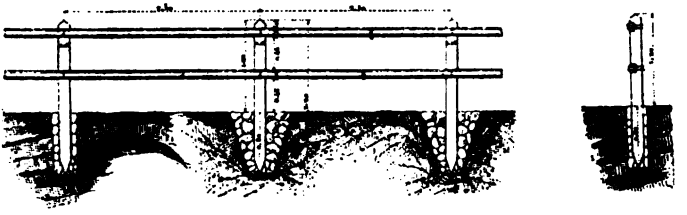


Fig. 73. — Barrière en Bois. — Élévation dégagée des Terres. Fig. 74. — Coupe.

leur pression, et assez grosses pour être aperçues facilement de loin, surtout quand elles bordent des pâturages où l'on élève de jeunes poulains ou de jeunes mulets.

Les figures 73 et 74 donnent l'élévation et la coupe de ce genre de barrières, qui se composent de deux traverses reliées par des piquets.

Les piquets, espacés entre eux de 2^m,50 d'axe en axe, sont aplanis sur une face qui doit avoir 15 centimètres de largeur; leur hauteur au-dessus du sol est de 1^m,20, et ils sont enfoncés en terre sur une longueur de 80 centimètres.

Contre ces piquets sont assujetties avec des boulons deux traverses obtenues par le dédoublement d'une perche de 10 à 12 centimètres de diamètre et placées de manière que

l'axe de l'une soit à 50 centimètres du sol et celui de l'autre à 1 mètre.

Le prix du mètre courant de ce genre de barrières est nécessairement très variable, car il dépend du lieu où elle est placée, des difficultés de transport des matériaux, des fouilles pour les piquets et de la valeur des bois employés.

Les barrières en fil de fer galvanisé se composent de trois fils de 5 millimètres de diamètre, écartés de 30 centimètres,

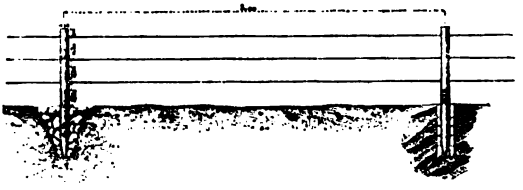


Fig. 75. — Barrière en Fil de Fer galvanisé. Élévation dégagée des Terres.

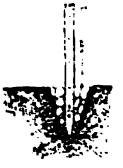


Fig. 76.—Coupe.

soutenus par des piquets espacés de 5 mètres qu'ils traversent, et fortement tendus au moyen des instruments dont on fait usage dans les lignes télégraphiques.

Ce genre de barrières, qui est très économique, présente l'avantage de pouvoir être facilement transporté d'un endroit à un autre au cas échéant. Il est d'un entretien facile et peu coûteux et suffit amplement au but qu'on s'est proposé. Les figures 75 et 76 en donnent l'image.

CHAPITRE XIV

HYDROGRAPHIE

But des observations. — Établissement du plan, du profil en long et des profils en travers. — Description du torrent. — Chronique et statistique des crues successives.

But des Observations. — Lorsqu'un périmètre vient d'être étudié en vue de l'extinction d'un torrent et qu'après les diverses enquêtes prescrites par la loi il fait l'objet d'un décret d'utilité publique, on ne possède la plupart du temps que des données très vagues sur l'historique du torrent auquel on va s'attaquer; si l'on peut se donner facilement certains renseignements topographiques, tels que son plan, son profil en long et ses profils en travers, on ne les obtient qu'en ce qui concerne le moment actuel, et ce n'est que par une série d'observations attentives qu'on arrive parfois à se faire une idée de ses anciens états successifs.

Mais si l'on peut connaître certains éléments de sa puissance, tels que le sol où il fonctionne et les pentes actuelles qu'il y présente, on se trouve absolument privé de renseignements relatifs aux autres éléments de cette puissance qu'il s'agit de combattre. Jusque-là, en effet, personne n'a songé à mesurer la quantité d'eau que peut jeter dans son bassin un orage violent pendant un temps donné; on ignore la durée de la crue correspondant à cet orage, la quantité d'eau écoulée, le volume des matériaux arrachés, charriés et déposés, et, par

suite, les effets produits par l'orage sur les profils en long et en travers dans le haut, et sur le cône de déjections dans le bas.

A défaut de ces données, qui seraient du plus haut intérêt pour l'exécution des travaux, on peut du moins entreprendre dès le début les études nécessaires pour se les procurer successivement dans l'avenir.

Au bout d'un certain nombre d'années, au fur et à mesure que les travaux de reboisement et de correction se développeront en intensité, on aura obtenu par les observations ainsi faites, une série de rapports successifs entre la masse d'eau tombée sur le bassin de réception et les effets produits dans le torrent et sur le cône, rapports qui fourniront d'abord des données précieuses sur les degrés successifs de l'efficacité des travaux en cours d'exécution et démontreront ensuite, par des faits d'expériences sérieuses et coordonnées, que le résultat final des travaux concorde entièrement avec les projets basés sur des déductions rationnelles.

Les études et observations hydrographiques dont il s'agit doivent dès lors avoir pour but[1] :

1° L'établissement du plan, du profil en long et des profils en travers du torrent et sa description détaillée;

2° La chronique et la statistique des crues successives, comprenant la durée des pluies extraordinaires, le jaugeage de l'eau tombée, l'estimation du volume de l'eau écoulée, des matériaux entraînés, et enfin l'appréciation des dommages causés.

Le plan du torrent doit renfermer son lit ainsi que ses berges tout entières jusqu'à l'arête vive qui les sépare des versants proprement dits. Il n'est pas nécessaire qu'il comprenne le cours entier du torrent depuis son origine la plus élevée; mais il convient de le lever en partant du point le plus haut de la partie à corriger, jusqu'à et y compris son cône de déjections.

1. — Culmann, *Rapport au Conseil fédéral sur les Torrents des Alpes suisses*, p. 211.

Si, comme cela arrive très souvent, le torrent présente dans son cours un certain nombre de sections réclamant seules des travaux de correction, il est néanmoins utile que le plan soit général et renferme ainsi la situation respective de chacune de ces sections.

Le profil en long demande des détails plus complets dans ces sections que dans leurs intervalles où l'on peut se contenter d'un nivellement à grandes portées, car il n'a plus là pour but que de rattacher une section à l'autre afin de déterminer la courbe générale que présente le torrent.

Il en est de même des profils en travers, qui doivent être d'autant plus détaillés que les berges présentent plus d'irrégularités.

Si, sur certains points, l'on rencontre des glissements, on lève dans chacun d'eux une série de grands profils en travers dont les deux extrémités se prolongent jusqu'à des terrains fixes sur lesquels on puisse établir des bornes qui permettent de repérer d'année en année ces profils pour constater soit l'intensité des glissements, soit l'effet produit sur eux par les travaux.

En opérant le levé du plan et des profils, on doit avoir soin de relever bien exactement les différentes natures de sol et de roche qu'on peut rencontrer, les carrières et les gros blocs susceptibles d'exploitation et enfin tous les détails qui peuvent être utiles aux travaux. Pour plus de clarté, on donne une teinte spéciale à chacune des natures de sol et de roche.

L'échelle à employer pour le plan varie du $\frac{1}{2000}$ au $\frac{1}{5000}$; elle doit toujours être assez grande pour permettre d'y placer visiblement l'axe, les numéros des angles de sommet et les emplacements des profils en travers avec leurs directions.

Pour le profil en long général, l'échelle des hauteurs doit toujours être plus grande que celle des longueurs, ce qui permet de bien mieux lire les différences de pentes; l'on peut avantageusement prendre pour les longueurs l'échelle du plan et pour les hauteurs une échelle quintuple.

Quant aux profils en travers, au contraire, le mieux est d'adopter une échelle uniforme pour les hauteurs et les longueurs.

En joignant aux dessins toutes les données prises sur le terrain même, pendant l'exécution des levés, on obtient la représentation complète du torrent dans l'état où il se trouvait au moment de l'étude des travaux.

Les données qui ne rentreraient pas dans le cadre des dessins font l'objet d'une notice spéciale indiquant tous les renseignements qu'on a pu se procurer sur le régime ancien et actuel du torrent, et sur les phénomènes dont les riverains ont pu conserver la trace et le souvenir.

Dans la plupart des torrents, les crues produites par les grands orages sont bien plus dangereuses que celles venant à la suite de la fonte des neiges ou des pluies prolongées de l'automne et du printemps; c'est donc surtout les pluies d'orage qu'on doit chercher à mesurer.

Le jaugeage de l'eau tombée à chaque orage s'obtient facilement au moyen de pluviomètres convenablement disposés et étagés à différentes altitudes dans le bassin de réception.

Mais la mesure de la quantité d'eau écoulée et des matériaux entraînés est beaucoup plus difficile; on peut même affirmer qu'elle est impossible en employant les moyens et formules ordinaires, au moins tant que le torrent charrie des matériaux; l'on est donc obligé, dans la première période des travaux, de se contenter de données approximatives : à cet effet, au moment des orages, des observateurs convenablement disposés notent la durée de la crue, son intensité, sa section sur le couronnement des barrages, sa nature et ses effets tant sur les berges que sur le cône de déjections; l'on obtient ainsi une série de renseignements que l'on reprend d'une façon analogue à chaque orage. Au bout d'un certain nombre d'années, au fur et à mesure que les travaux de reboisement et de correction se développent en étendue et en intensité, on aura obtenu, par ces observations, une série de rapports successifs

entre la masse d'eau tombée sur le bassin de réception et les effets produits par son écoulement, et l'on pourra suivre ainsi pas à pas les résultats progressifs des travaux, en rapprochant les effets de deux ou plusieurs orages qui, survenus à de longs intervalles, viendraient à présenter une analogie dans la quantité d'eau tombée pendant un temps d'égale durée.

Installation des Pluviomètres. — Ainsi que nous avons déjà eu l'occasion de le rappeler, les pluies sont d'autant plus fréquentes et plus abondantes que l'on s'élève davantage au-dessus du niveau de la mer, toutes circonstances égales d'ailleurs. D'où il résulte évidemment que pour obtenir avec une approximation suffisante la quantité d'eau tombée, par un orage donné, dans le bassin de réception d'un torrent, un seul pluviomètre ne suffirait pas généralement, à moins que l'on ait affaire à une petite combe ne présentant qu'une minime superficie et de faibles différences entre ses altitudes extrêmes.

Dans la plupart des cas, il est donc indispensable d'installer plusieurs instruments, dont chacun sera affecté à une zone spéciale nettement déterminée sur le plan du périmètre. Le moyen le plus commode et le plus sûr consiste à couper le bassin de réception par deux plans horizontaux déterminant, entre le point culminant du torrent et le sommet de son cône de déjections, trois zones d'égale épaisseur à chacune desquelles on affecte un pluviomètre. On trace sur le plan du bassin de réception les deux courbes horizontales que détermine l'intersection de ces plans avec le sol des versants, l'on calcule la surface de chacune des trois zones formées par ces courbes horizontales et les limites du bassin de réception, et l'on possède les données nécessaires pour obtenir la quantité d'eau tombée d'après les observations faites sur les pluviomètres.

Il faut, en général, au moins trois pluviomètres pour un torrent qui viendrait à présenter entre les altitudes extrêmes

de son bassin de réception une différence de niveau qui atteindrait un minimum de 500 mètres.

Mais si le bassin est très vaste, s'il est surtout en forme de cirque bien accentué, possédant des versants placés à deux expositions diamétralement opposées, le nombre des pluviomètres doit être augmenté suivant la forme de la courbe décrite par les limites du bassin de réception.

Pour fixer les idées, supposons un torrent qui présente entre le sommet de son bassin de réception et celui de son cône une différence de niveau de 1,500 mètres, et soit bordé sur ses deux rives par de grands contreforts descendant de la crête principale presque normalement à sa direction.

Si l'on n'emploie que trois pluviomètres, le n° 1 sera situé vers le sommet du cône, le n° 2 à 500 mètres au-dessus, le n° 3 à 1,000 mètres du n° 1. Si l'on place ces instruments près des rives du torrent, bien au fond du cirque, on risquera de n'avoir pas une approximation suffisante dans la mesure de l'eau tombée; car, les orages étant le plus souvent accompagnés de vents violents, il se pourra que la masse des eaux tombe plus dense sur le versant exposé au vent que sur l'autre [1].

Le mieux est, dans ce cas, de diviser les zones moyenne et supérieure en deux parties séparées par le torrent et d'affecter à chacune de ces parties un pluviomètre spécial. Dans l'exemple choisi, l'on aurait donc un pluviomètre au sommet du cône, point où les contreforts tendent à fermer le cirque; deux pluviomètres à 500 mètres au-dessus du n° 1, l'un sur le versant de gauche et l'autre sur celui de droite, et deux pluviomètres à 1,000 mètres, disposés de la même manière.

Il est préférable de placer les pluviomètres au bas de la zone qui leur est affectée; l'on gagne ainsi plus de facilité et de rapidité dans les observations.

Les instruments les plus simples, en même temps que les

1. — Surell, *Étude sur les Torrents*, 2e volume par Cézanne, p. 53 et suivantes.

plus économiques, sont les pluviomètres de l'Association scientifique de France, qui, dans une instruction dressée en 1872, en donne la description et l'emploi de la manière suivante :

« Le pluviomètre est réduit à ses deux parties essentielles : entonnoir pour recevoir la pluie, éprouvette pour en mesurer la quantité.

« L'entonnoir, de forme circulaire, a un diamètre de 226 millimètres; sa surface est donc de 4 décimètres carrés. Les parois de l'entonnoir, très inclinées afin d'éviter les rejaillissements des gouttelettes de pluie, sont en zinc, et son orifice est limité par un cercle de même métal tourné sur un mandrin spécial. On est ainsi assuré de l'exactitude du diamètre et par suite de la surface de cette partie de l'appareil.

« La masse totale de l'entonnoir repose sur un vase en zinc légèrement conique, destiné à servir de récipient à la pluie. Un bord adapté à l'entonnoir empêche la pluie qui tombe sur les parois extérieures de cet appareil de pénétrer dans le récipient; ce dernier est lui-même muni d'un bec afin de verser l'eau dans l'éprouvette. Le récipient peut contenir environ 6 litres d'eau, ce qui correspond à une hauteur de 150 millimètres de pluie recueillie dans l'entonnoir; sa capacité est donc telle que l'instrument ne débordera pas, même dans les plus grands orages.

« La réunion de l'entonnoir et du récipient forme un système qu'il suffira de placer sur un pilier horizontal, élevé de 1 mètre ou $1^{m},50$ au-dessus du sol, pour installer le pluviomètre.

« L'éprouvette est en verre; son volume est d'un quart de litre et la graduation en parties d'égal volume est combinée de manière à donner immédiatement, en millimètres et dixièmes de millimètre, la hauteur de la couche d'eau tombée dans l'entonnoir et réunie dans le récipient.

« Pour faire une observation, il suffira donc de verser dans l'éprouvette, mise sur une surface horizontale, l'eau rassemblée dans le récipient et de lire la hauteur à laquelle elle s'élève.

« Le pluviomètre doit être visité et vidé chaque matin à 9 heures. Le résultat de l'observation sera inscrit sur un carnet spécial à la date du jour où elle a été faite. Si le pluviomètre a reçu de la neige ou si l'eau qu'il renferme est gelée, on fera fondre la glace, et la quantité d'eau sera immédiatement mesurée.

« Le pluviomètre doit être placé loin (15 ou 20 mètres) de toute maison, de tout bouquet d'arbres considérable capable de produire dans le mouvement de l'air des remous qui, suivant leurs directions, accumulent ou dispersent la pluie. Les pluviomètres ne doivent à aucun prix être placés sur des toits. La meilleure position est le centre d'une cour ou d'un jardin,

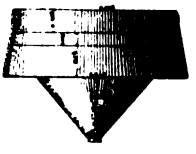


Fig. 77. — Pluviomètre. Entonnoir.

Fig. 78. — Récipient.

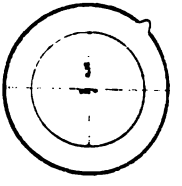


Fig. 79. — Plan du Récipient.

et il faut avoir soin qu'ils ne soient dominés par aucun arbre. A la campagne, il sera toujours aisé de satisfaire à ces diverses conditions. »

Dans les localités où la neige est fréquente, une précaution indispensable consiste à placer le pluviomètre à la partie supérieure d'une caisse dans laquelle, au moment où il neige, on allume une faible lampe ou une veilleuse. On produit ainsi la fusion immédiate de la neige, qui ne peut alors être emportée par le vent. C'est la seule méthode exacte pour la mesure de la quantité d'eau qui répond à une chute de neige.

Les pluies torrentielles, comme certaines pluies d'orage, doivent être mesurées immédiatement. Si en même temps on a eu la précaution de noter la durée de l'averse, on obtiendra une donnée fort curieuse sur la quantité de pluie qui peut

tomber en quelques heures ou même en quelques minutes.

Les figures 77, 78 et 79 représentent le pluviomètre et ses diverses parties.

Les pluviomètres destinés à la mesure des pluies d'orage aux grandes altitudes ne peuvent être employés à la mesure de toutes les pluies ordinaires et des neiges, au point de vue simplement météorologique, car à ces grandes altitudes, atteignant parfois 2,800 mètres et totalement privées d'habitations, il serait impossible de faire des observations constantes pendant l'hiver. Mais certains instruments, placés à portée du domicile des préposés, peuvent au contraire être avantageusement employés à la mesure de toutes les pluies annuelles, qui, au point de vue du reboisement, ne laisse pas de présenter un certain intérêt, d'autant plus que généralement les montagnes où l'on opère sont privées de toutes observations faites d'ailleurs.

Fig. 80—Armature du Pluviomètre.

L'installation des pluviomètres de la première catégorie (*fig.* 80) est des plus simples. Le récipient est placé dans une sorte de cage tronconique faite au moyen de deux cercles concentriques en fer plat, dont l'écartement est maintenu par trois bandes qui se prolongent au-dessous du petit cercle sur une longueur de 15 centimètres environ. Ces trois prolongements, percés de trous de vis, coiffent un poteau de bois dur fiché en terre et auquel ils sont vissés de manière que le récipient soit à 1 mètre du sol. Afin d'empêcher les grands vents de décoiffer le pluviomètre, on attache l'entonnoir au piquet avec deux petites chaînettes mobiles, fermées par un cadenas.

La dépense totale d'un pluviomètre ainsi installé s'établit ainsi :

Achat et port de l'instrument.	15 fr. »
Prix de la cage en fer	3 fr. »
Fourniture, peinture et pose de piquets	5 fr. 50
Chaînettes avec cadenas	1 fr. 50
TOTAL	25 fr. »

Quant aux pluviomètres destinés à des observations constantes pendant toute l'année, il vaut mieux remplacer la cage de fer par une boîte en bois dont le fond est fermé par une plaque en tôle près de laquelle vient affleurer la partie inférieure du récipient; sous cette plaque est ménagé un tiroir dans lequel on place une petite lampe. Au moyen de cette disposition on peut mesurer exactement la hauteur d'eau correspondant à la couche de neige recueillie par l'entonnoir, car la chaleur de la petite lampe suffit pour faire fondre cette neige, sans cependant être assez forte pour déterminer la vaporisation d'une partie quelconque de l'eau obtenue (*fig.* 81 et 82). La valeur de ces boîtes ne dépasse pas 10 francs.

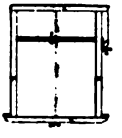


Fig. 81.
Boîte en Bois.
Coupe suivant CD.

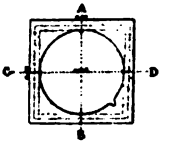


Fig. 82.
Boîte en Bois.
Plan.

Historique des Crues. — Cela posé, pour réaliser le programme des observations hydrographiques, on établit pour chacun des torrents dont l'extinction va être entreprise un registre spécial renfermant : 1° les dessins du plan, du profil en long et des profils en travers; 2° la description détaillée du torrent; 3° une série de pages dont l'en-tête est disposé d'après le modèle ci-après :

DATES		DURÉE.	NUMÉROS DES PLUVIOMÈTRES.	HAUTEUR DE L'EAU d'après les pluviomètres.	SURFACE AFFECTÉE à chaque pluviomètre	VOLUME de L'EAU TOMBEE		DURÉE DE L'ÉCOULEMENT.	INTENSITÉ et NATURE de la crue.	EFFETS DE LA CRUE SUR le cône de déjections.		OBSERVATIONS DIVERSES sur les dégâts occasionnés dans le bassin de réception, sur le cône de déjections, etc. Effets produits sur les barrages, etc., etc.
des ORAGES.	des grandes PLUIES					par section.	dans le assinb total.			Volume approximatif des matériaux.	Nature des matériaux.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Ce registre est tenu par l'agent directeur des travaux, qui, à la suite de chaque orage, reçoit de la part des préposés sous ses ordres des bulletins renfermant les observations qu'ils ont pu faire pendant et après la crue, ainsi que les résultats fournis par les pluviomètres.

L'agent complète ces données par les renseignements qu'il a pu recueillir soit personnellement, soit à la suite d'une enquête qu'il y ajoute dans les cas les plus intéressants [1].

1. — Voir les notes A, B et C.

LIVRE SIXIÈME

ENTRETIEN

CHAPITRE XV

ENTRETIEN DES TRAVAUX DE CORRECTION

BARRAGES EN PIERRE. — Barrages rustiques. — Grands barrages. — ENTRETIEN DES CHEMINS ET DES BARRIÈRES.

Barrages en Pierre. — Tous les barrages en maçonnerie ne sont pas indistinctement appelés à subsister indéfiniment, et l'on peut, au point de vue de la durée de leur fonction, les classer en deux catégories distinctes : la première renferme tous les grands barrages de consolidation ou de retenue destinés à perpétuer les chutes qu'a provoquées leur construction ; la seconde comprend les seuils et les barrages rustiques qui pourront sans inconvénient disparaître dans l'avenir, quand la forêt créée dans le bassin de réception et dans le lit même des ravins entrera dans la plénitude de sa puissance protectrice.

On conçoit en effet qu'à ce moment-là le lit des ravins, consolidé par les inextricables réseaux formés par les racines des arbres, par les pavages grossiers et économiques opérés d'année en année dans leur thalweg, et enfin par les gazons qui, sous l'abri des arbres, s'empareront du sol, pourra présenter

une suffisante résistance à toute tendance à la corrosion; la disparition totale des chutes des petits barrages rustiques augmentera bien, il est vrai, la pente générale du profil en long, mais à ce moment-là les eaux n'arriveront plus comme au début en masses menaçantes et instantanées, elles seront divisées, ralenties et réduites, et perdront ainsi la majeure partie de leur puissance destructive, d'où résulte toute absence de dangers provenant d'une pente devenue un peu plus forte. Mais on n'a même pas à redouter une semblable disparition simultanée de tous ces petits ouvrages qui ne sont menacés par aucun véritable ennemi, et ne courent à vrai dire d'autres risques que d'être ensevelis peu à peu sous les débris de la forêt qui occupera même le fond des ravins et provoquera, sur un humus grandissant constamment en épaisseur, la naissance des couches successives de végétation herbacée et arbustante.

Mais, dans la première période de la croissance de la forêt, surtout dans les premières années qui suivent la construction des barrages rustiques, il importe d'accomplir certains travaux d'entretien qui consistent dans les suivants :

1° Réparer la maçonnerie du couronnement ou du parement d'aval, dans le cas où des pierres auraient été dérangées ou brisées;

2° Recharger au besoin les petits enrochements placés au pied des barrages de façon à éviter tout affouillement des fondations;

3° Combattre la convexité du profil en travers des atterrissements, en rejetant de chaque côté, au pied des berges, les plus grosses pierres amenées, et en constituant ainsi peu à peu une sorte de petite digue au pied de chaque berge;

4° Éviter tout obstacle qui pourrait détourner les eaux de la direction qu'on leur assigne, curer le nouveau lit sur les atterrissements, et le protéger contre l'affouillement longitudinal en plaçant sur son fond des pierres convenablement calées, disposées en forme de chenal.

Ces travaux d'entretien ne sont généralement pas dispendieux, surtout si, comme cela est élémentaire, l'on n'a employé dans la construction des barrages que des pierres dures qui ne se délitent pas à l'air.

Ils demandent de la part des agents et des préposés des soins assidus, surtout au lendemain des orages; mais il suffit d'un petit nombre de journées d'ouvriers intelligents pour les exécuter.

Les grands barrages, qui provoquent des chutes importantes ayant pour effet de ralentir le cours des eaux, représentent des ouvrages dont la perpétuité doit être assurée au moyen de travaux d'entretien successifs. Il est constant que c'est dans les premières années de leur construction que ces travaux auront le plus d'importance; car le torrent n'étant pas encore éteint, ils se seront trouvés exposés aux crues extraordinaires, mélangées de matériaux, voire même à des laves.

D'où résultent des chances de détérioration partielle, dont la reproduction ira diminuant de plus en plus à mesure que le torrent s'éteindra et ne charriera plus que de l'eau, en masses moins fortes à la fois.

Dans tous les barrages, quel que soit le genre de la maçonnerie, il faudra donc, au début, bien veiller au bon état du couronnement et du parement d'aval, remplacer sans délai toute pierre qui serait déchaussée, brisée ou déformée, et entretenir au pied de la chute le radier ou l'enrochement qu'on y aura établi; de plus, sur les atterrissements où l'on n'aura pas encore construit de seuils, on combattra la forme conique du dépôt en rejetant au pied des berges tous les plus gros matériaux et en déterminant ainsi, pour l'écoulement des eaux ordinaires au milieu de l'atterrissement, un lit régulier qu'il faudra rétablir après chaque grande crue extraordinaire.

Une fois les seuils établis, soit en pierre, soit en clayonnages, on enlèvera avec soin toutes les pierres qui feraient saillie sur la section qu'on s'est donnée pour le nouveau lit et on les emploiera à augmenter son pavage qui peu à peu ira se

développant, le tout sans grands frais et par le seul fait de l'entretien du lit.

On enlèvera également toute pierre qui se trouverait déposée sur le couronnement des ouvrages et pourrait contrarier ou dévier le cours des eaux.

En outre, dans les barrages en maçonnerie de mortier hydraulique, on devra veiller à ce que les joints soient toujours bien garnis de mortier et l'on opérera en temps voulu les rejointoiements reconnus nécessaires.

Les travaux d'entretien des grands barrages seront toujours très minimes en ce qui concerne le corps de l'ouvrage, si la maçonnerie a été exécutée avec des pierres présentant les qualités voulues au point de vue de la dureté et de la résistance aux influences atmosphériques.

Ils ne prennent parfois une réelle importance qu'en ce qui concerne les réparations à faire aux radiers et aux enrochements. Mais à mesure que l'extinction du torrent ira s'accentuant, les chances de grandes crues diminueront, pendant que, par suite de leur entretien, les enrochements se seront fortifiés et auront pris une épaisseur de plus en plus grande à la suite des rechargements successifs, car une bonne partie des blocs se sera enfoncée en terre à la suite des affouillements.

Entretien des Fascinages et des Clayonnages. — Les barrages vivants, construits en clayonnages ou en fascinages, sont soumis, par suite de leur peu de hauteur, aux mêmes conditions que les barrages rustiques en pierre; ils pourront d'autant plus disparaître sans inconvénient, dans l'avenir, qu'ils seront remplacés par une armature végétale qui aura pris leur place et combinera ses effets de consolidation avec la végétation implantée dans les intervalles qui les séparent. On n'aura donc à les entretenir que pendant la période de temps nécessaire à l'entier développement de cette végétation.

Dans les clayonnages, on remplacera facilement les bran-

ches du tressage qui viendraient à se briser ou à pourrir; une ou plusieurs fascines seront placées sur les fascinages qui se seraient affaissés et ne présenteraient plus à un moment donné une hauteur suffisante.

Les pousses de boutures incorporées dans les barrages vivants seront en partie marcottées, surtout aux deux ailes, pour aller sortir leurs têtes à 2, 3 ou 4 mètres plus haut dans les berges, de façon à relier intimement le pied de ces berges avec le fond du lit par une végétation solidaire dans toutes ses parties.

On observera attentivement les affouillements qui viendraient à se produire à l'aval de ces petits ouvrages, on les comblera avec les pierres qu'on trouvera à portée à la suite de chaque grande crue, et l'on arrivera de la sorte à établir et à étendre peu à peu un pavage économique et suffisant dans la rigole destinée à l'écoulement.

Si, dans les atterrissements, on aperçoit quelques tendances à l'affouillement sur des pentes laissées un peu trop fortes, on y remédiera par la pose de quelques fascines en travers formant de petits seuils rustiques et composées avec les matériaux qu'on coupera à même sur les boutures plantées au moment de l'exécution.

Il arrive souvent qu'on a eu à construire dans des petits ravins, toujours secs en dehors du moment des pluies, une série de fascinages ou de clayonnages dont les boutures risqueraient de ne pas pousser dans le cas trop fréquent d'un printemps très sec suivi d'un été sans pluie. Dans ces conditions, l'on emprunte au torrent principal une partie de son eau, détournée au moyen de petits canaux d'irrigation que l'on amène au sommet des ravins et qui permettent de jeter en quelques heures, dans leur thalweg, une quantité d'eau suffisante pour procurer aux boutures des barrages vivants l'humidité nécessaire à leur bonne végétation. On peut répéter plusieurs fois, dans le cas de saisons très sèches, cette irrigation peu coûteuse qui assure le succès définitif des travaux.

Les clayonnages longitudinaux sont tout aussi facilement entretenus que ceux faits en forme de barrage ; ils sont même beaucoup moins exposés à des dégradations que ces derniers, car on ne les construit qu'au moment où le torrent ne doit plus amener beaucoup de matériaux.

Tous ces entretiens sont éminemment économiques et réclament surtout une grande somme de vigilance et d'opportunité de la part des agents et des préposés.

Entretien des Chemins et des Barrières. — Au printemps, dès la fonte des neiges, le premier travail, dans les périmètres, consiste dans le déblaiement des chemins qu'on débarrasse des pierres et des terres qui ont pu s'ébouler pendant la saison rigoureuse. On place avec soin ces déblais dans certaines parties de talus réservées *ad hoc,* afin d'éviter toute espèce d'entraînement ultérieur. Ce travail d'entretien est généralement très économique et permet de diminuer au début la largeur des chemins qui s'augmente ainsi peu à peu, par suite des petits éboulements du talus, jusqu'au jour où la végétation a pu les fixer définitivement.

On opère de même après les grands orages, à la suite desquels des dégradations auraient pu survenir. On pourra, du reste, éviter l'érosion des chemins, dans des sols meubles et affouillables, en semant, au début, leur plafond et leur talus de déblai avec des graines de plantes fourragères qui persisteront en majeure partie, vu que la circulation n'est pas très active sur tous ces chemins et que la végétation répare bien vite les effets d'un piétinement passager.

De plus, on établira soit avec une traverse en bois, soit avec quelques pierres, une série d'écharpes destinées à diviser les eaux et à les faire écouler sur des points convenablement choisis dans les talus du remblai.

Dans les chemins destinés aux charrettes, on comblera peu à peu les ornières avec les pierres prises sur place et l'on établira des revers d'eau à section très ouverte.

Si, dans certains talus de déblai, il se manifeste quelques petits glissements, on assurera leur pied soit au moyen d'un mur de soutènement, au cas où l'on aurait des pierres à portée, soit avec un clayonnage; à l'amont de ces défenses, on talutera en gradins pour diminuer la charge, et on plantera serré, après avoir opéré, s'il le faut, un petit drainage dans le cas d'un suintement des eaux provoquant le glissement.

Les talus de remblai, fournissant généralement un sol profond et meuble, seront plantés avec soin en vue de leur consolidation et de la sécurité de la circulation sur des chemins placés le plus souvent sur le flanc de versants très rapides ou au bord de précipices dangereux.

L'entretien des barrières est des plus faciles; mais aussitôt qu'elles sont construites, il importe d'établir à leur arrière une haie vive, se développant sous leur protection et destinée à les remplacer au plus tôt, ce qui supprimera toute espèce d'entretien et établira une clôture définitive dans les parties de la ligne périmétrale qu'on a jugé à propos de défendre.

Lorsque, sur certains points, les barrières en fil de fer sont exposées au voisinage constant des moutons, on les complète avantageusement en entre-croisant entre les fils des branches sèches d'épines quelconques, qui les rendent plus apparentes et aident la surveillance des bergers.

CHAPITRE XVI

ENTRETIEN DES TRAVAUX DE REBOISEMENT

Soins a donner aux semis a demeure. — Régions alpestre et alpine. — Régions tempérée et chaude. — Soins a donner aux pépinières. — Pépinières volantes. — Pépinières centrales. — Soins a donner aux plantations. — Résineux. — Feuillus. — Bombyx processionnaire. Pyrale. — Fidonie du pin.

Soins à donner aux Semis à demeure. — Les semis à demeure exécutés par petits potets, dans les régions alpestre et alpine, ne réclament que bien peu de travail d'entretien pendant les deux premières années. Ce n'est guère qu'à la troisième que l'on peut commencer à reconnaître les vides qui viendraient à s'y manifester, ainsi que les places où les semis se trouveraient trop drus; en général, il convient d'attendre au moins quatre ou cinq ans avant d'y rien entreprendre, car alors le résultat devient facile à reconnaître et saute aux yeux.

En procédant prématurément, on courrait souvent le risque d'opérer des regarnissages sur des points où l'on croirait que rien n'existe et sur lesquels, deux ou trois années plus tard, on est tout étonné de rencontrer des résultats qu'on ne soupçonnait pas.

D'une part, en effet, dans les climats rigoureux, les jeunes plants, ne poussant que très lentement, peuvent très bien passer inaperçus dans les premières années, surtout au milieu de gazons plus ou moins serrés; d'autre part, bien des graines ne

germent pas dès l'année même du semis, certaines ne lèvent même que deux ans après.

Une fois le résultat des semis bien constaté, on regarnit les vides au moyen de la plantation, en mottes, des sujets voisins trop serrés, s'il y en a, ou en touffes, de jeunes brins tirés des pépinières volantes.

Il arrive parfois que des semis d'un an, sans avoir été absolument soulevés à la suite des gelées printanières, se trouvent au début de la belle saison assez déchaussés pour risquer de ne pouvoir supporter vaillamment les chaleurs de l'été. Dans ce cas, on les rechausse immédiatement avec un peu de terre meuble au moyen de la binette, et l'on place autour des potets les pierres que l'on peut rencontrer, en les comblant en outre de pierrailles autant que possible.

Dans les climats tempérés et surtout dans le climat chaud, où les semis ont été exécutés dans des trous ou bandes défoncés préalablement et où l'on n'a rien à redouter des gelées, la sécheresse devient l'ennemi principal qu'il faut combattre par le maintien du sol dans un état d'ameublissement convenable ; de là la nécessité de binages d'autant plus répétés que le climat est plus sec et que le sol est plus compact.

Il faut surtout éviter le croûtement de la superficie, qui est très dangereux surtout pour les résineux.

Les binages doivent être exécutés autant que possible de façon à butter les lignes de semis en relevant le sol autour de leurs jeunes tiges.

Dans ces régions plus favorisées, la végétation est plus rapide ; aussi peut-on, dès la deuxième année, entreprendre les regarnissages dans les vides et les opérer soit par voie de nouveaux semis, soit par plantation, selon les cas et les essences.

On répare en même temps les avaries qu'ont pu subir les talus des trous de manière à les consolider, et si, à la suite du foisonnement, on trouve que le sol s'est trop affaissé dans les trous, on les recharge en empruntant à leurs bords supérieurs quelques mottes de terre qu'on a soin de briser. Ce recharge-

ment général est une opération d'autant meilleure qu'on opère dans un climat plus chaud.

Soins à donner aux Pépinières. — Les pépinières volantes composées de résineux n'exigent aucun binage; le seul travail utile qui leur soit indispensable consiste dans l'arrachage des trop grosses plantes herbacées, telles que les chardons, dans le rechaussement des jeunes plants avant le premier hiver et à la fin du premier printemps, et dans l'entretien des talus.

Il arrive parfois, en effet, qu'après les orages de l'été, le sol s'est fortement tassé et les jeunes tigelles ne se trouvent pas suffisamment enterrées pour être garanties contre les premiers froids; d'autre part, les petits brins ont pu, malgré les précautions prises, être légèrement déchaussés et réclamer, à la surface des trous, un nouveau supplément de terre.

Mais, les semis étant opérés le plus souvent en plein et d'ailleurs les jeunes tigelles étant très petites, on ne peut songer à opérer ces rechaussements à la pioche ou à la binette. On a recours alors à un crible composé d'une petite caisse en bois, à bords évasés comme les auges de maçon, mais moins élevés, foncée par une toile métallique. On y verse de la terre empruntée aux abords du trou, on la fait passer à travers les mailles en agitant le crible et on procure ainsi aux semis un rechaussement en terre fine et meuble qui ne peut en tombant abîmer les jeunes tiges et qui améliore les conditions de leur bonne végétation.

En décrivant les pépinières centrales, nous avons passé en revue les principaux travaux d'entretien qu'elles réclament et qui consistent surtout en sarclages, binages et irrigations.

Les pépinières centrales sont parfois sujettes à des dégâts sérieux provenant de l'invasion du *ver blanc,* des *courtilières* et de la *galéruque* de l'orme.

Le ver blanc ne peut être détruit en plein que par le défoncement rapide du sol en plein été, qu'on expose aux rayons du soleil et qu'on remue souvent pour mettre au jour les vers

blancs qui s'y trouvent. Les piocheurs, avec un peu d'attention, les trouvent tous et peuvent les détruire à mesure qu'ils les decouvrent. Afin de n'avoir pas à défoncer trop profondément, on a le soin d'irriguer fortement le sol quelques jours à l'avance; cette larve, qui recherche la fraîcheur, ne descend pas trop avant et se maintient alors dans les environs de la surface du sol. Dans le cas où les dégâts se manifestent sur certains points seulement des carrés, il suffit souvent, après une bonne irrigation, de piocher légèrement le sol dans les parties attaquées et l'on découvre les larves, qui sont immédiatement détruites.

Le moyen le plus commode de combattre les courtilières consiste à arroser le matin certaines places environnant les points où elles se sont manifestées et à y placer des paillassons grossiers; les courtilières, attirées par la fraîcheur qui se maintient sous cet abri, ne tardent pas à se glisser sous les paillassons qu'il suffit de retourner de temps à autre pour détruire cet ennemi parfois redoutable.

La galéruque attaque les jeunes plants d'orme dans leurs feuilles dont elles dévorent le parenchyme. Le meilleur moyen de s'en garantir consiste à les faire ramasser à la main le matin et le soir, au moment où elles sont engourdies, et à les brûler.

Soins à donner aux Plantations. — Les jeunes résineux plantés par potets, dans les régions où les gelées conservent leur importance, ne réclament d'autres soins que l'entretien des pierres placées autour d'eux. Quant aux manquants, ils peuvent être remplacés dès l'année suivante par un regarnissage opéré comme la plantation elle-même.

Les résineux plantés dans les climats plus chauds, en terrain défoncé préalablement, ont souvent besoin, surtout dans la première année, d'un ou plusieurs binages appelés à leur procurer la fraîcheur nécessaire pour végéter, alors que leurs racines peu développées n'ont pu encore atteindre des cou-

ches plus profondes et moins sèches. Les binages doivent s'opérer de la même façon que pour les semis : ils présentent ici cet avantage de s'exécuter beaucoup plus facilement et de permettre un buttage plus énergique.

Les feuillus plantés en haies, destinés à servir d'abris pour les essences définitives et à aider à la consolidation du sol, seront avantageusement recepés si, au bout de deux ou trois ans de plantation, ils ne manifestent pas une végétation suffisamment active. Ce recepage aura pour effet précieux, en outre, de faire *taller* les racines, d'aider ainsi à la production de nombreux drageons et de nouvelles tiges qu'on pourra au besoin marcotter dans les sols trop instables.

Les feuillus précieux plantés dans les bons fonds, au pied des berges et sur les atterrissements, devront être au début l'objet de soins attentifs ayant pour but de leur donner le port pyramidal. A cet effet, on coupe toute branche terminale menaçant de déterminer une fourche et l'on enlève à la main, au printemps, toutes les pousses adventives encore herbacées qui se manifestent à l'aisselle des branches enlevées lors de la plantation en vue du bon parement des plants.

Les boutures des peupliers appelés à donner de vrais arbres pourront être élaguées prudemment en leur enlevant chaque année, sur une faible hauteur et en proportion de la croissance de leur cimeau, les branches inférieures qu'on emploiera à la propagation de nouvelles boutures dans le périmètre.

Les saules, pour la plupart, pourront être exploités à des révolutions de trois à cinq ans, pour fournir une bonne part des matériaux nécessaires soit à la réparation ou à l'entretien des barrages vivants, soit à la plantation de nouvelles boutures dans les ravins. De sorte qu'au bout de quelques années un périmètre pourra se fournir à lui-même une bonne partie des matériaux nécessaires à l'achèvement des travaux et choisis dans les dimensions les plus convenables.

Chaque fois qu'à l'amont des berges plantées en feuillus l'on peut disposer d'une certaine quantité d'eau prise dans le

torrent, il est avantageux de l'utiliser pour l'irrigation des plantations et des semis de fourragères; mais il faut éviter toute saturation du sol ou toute érosion et pour cela ne faire usage que de rigoles à sections et à pentes très faibles, dans lesquelles on ne laisse couler qu'une minime quantité d'eau à la fois.

Les jeunes peuplements de résineux sont parfois envahis par des insectes qui, si l'on n'y prenait garde, pourraient compromettre soit leur valeur dans l'avenir, soit même leur existence.

Dans les reboisements opérés dans les Alpes-Maritimes et dans les Basses-Alpes, nous avons eu lieu de constater les dégâts commis par trois espèces qui sont le *Bombyx* processionnaire, la *Pyrale* des pousses et des bourgeons, et la *Fidonie* du pin.

Nous donnons à ce sujet les développements suivants, que nous empruntons à une note de M. Couturier, Inspecteur des forêts, chef du reboisement dans les Basses-Alpes :

« Les nids de bombyx apparaissent en automne, de septembre à novembre suivant les climats; toujours terminés au moment des fortes gelées, ils sont construits en forme de bourses vers l'extrémité des branches. On les trouve sur les pins dès l'âge de sept à huit ans; les invasions sont plus ou moins intenses, mais on les constate presque chaque année depuis le littoral jusque dans les montagnes des Alpes.

« Les chenilles éclosent au premier printemps; d'abord très petites et ténues comme des pointes d'aiguilles, elles ont, au bout d'un mois, environ 3 centimètres de long sur 4 millimètres d'épaisseur; en avril, elles atteignent leur maximum de développement, soit le double à peu près des dimensions précédentes, sont velues, roussâtres sur fond noir et ont seize pattes. Vers mai, elles quittent les nids après avoir dévoré les aiguilles et l'écorce des rameaux auxquels ces nids sont fixés, et elles se rendent processionnellement d'un pin à l'autre pour continuer leurs dégâts. Avant l'abandon définitif des

nids, elles font déjà des incursions partielles au dehors.

« A la fin de juin, la dernière transformation est opérée; on ne trouve plus ni chenilles ni larves; les bourses sont pleines des débris de l'enveloppe immédiatement précédente.

« On détruit facilement cette chenille dans les bourses qu'on entr'ouvre et dans lesquelles on verse de l'huile. La valeur d'un dé à coudre de ce liquide suffit pour tuer tous les habitants d'une bourse de grosseur moyenne et cela en quelques minutes, à la condition de remuer l'amas des chenilles renfermées dans le nid. Celles-ci meurent par asphyxie, l'huile obstruant leurs trachées.

« Si l'invasion est considérable, c'est-à-dire si elle atteint beaucoup de pins rapprochés les uns des autres, il y a en moyenne une ou deux bourses sur chacun. Dans ce cas, un ouvrier peut détruire par jour 600 nids sur des pins de 1 à 2 mètres de haut, 200 seulement si les arbres sont plus élevés. Dans le premier cas, la dépense est de 4 francs, savoir :

Main-d'œuvre.	2 fr. 50	600 bourses.
Un litre d'huile.	1 50	
TOTAL.	4 fr. 00	

Dans le deuxième cas, elle devient :

Main-d'œuvre.	2 fr. 50	200 bourses.
Huile	0 75	
TOTAL.	3 fr. 25	

« Il arrive souvent que, par suite d'éclosions plus tardives, des bourses se forment encore au printemps; dans ce cas, elles sont plus petites, moins épaisses et contiennent des chenilles moins développées que les autres.

« Il faut éviter de toucher les chenilles, de même que les bourses; les poils qui se détachent du corps de l'insecte causent des inflammations à la peau qui se produisent même en dehors de toute manipulation directe, car les poils voltigent en l'air.

« La pyrale des bourgeons apparaît au printemps, à des époques variables, suivant les lieux.

« L'invasion, une fois commencée, marche rapidement; quatre ou cinq jours après l'apparition de la pyrale, on a pu recueillir, sur un même pin, une chenille et une chrysalide; la première avait à peine attaqué la base d'un bourgeon latéral, l'autre était déjà parvenue au centre de la pousse terminale.

« La pyrale des pousses apparaît plus tard, en juin, quand la sève est depuis quelque temps en activité; les bourgeons attaqués se recourbent alors d'une façon caractéristique.

« Les pousses creusées par la pyrale se dessèchent et meurent, l'arbre est déformé, d'autant plus que l'insecte attaque fréquemment la tête. Il n'est pas rare d'en trouver de dix à vingt sur un arbre de moyenne grosseur et les peuplements sont envahis dès l'âge de six à sept ans.

« La chenille est de couleur olivâtre, longue de 1 à 2 centimètres, sur 2 à 3 millimètres d'épaisseur; la chrysalide est marron.

« L'insecte, en s'introduisant par la base des bourgeons, détermine un écoulement de résine qui signale sa présence. Pour le détruire, on enlève avec précaution la couche de résine, et par le trou creusé par l'insecte on enfonce une pointe fine afin de tuer ce dernier. Un ouvrier peut en tuer jusqu'à 5,000 par jour; mais souvent il est tout aussi avantageux et plus expéditif de couper simplement le bourgeon attaqué et de le brûler, mais à la condition qu'il ne soit pas terminal.

« Contrairement à une opinion répandue jadis, la pyrale attaque aussi bien le pin noir que le pin sylvestre; il faut donc renoncer à l'immunité attribuée à tort à la vigueur de végétation de cette première essence, qui possède d'ailleurs assez d'autres mérites pour être adoptée par les reboiseurs.

« La chenille de la fidonie du pin, longue de 3 centimètres, épaisse de 4 centimètres, est verte avec deux raies longitudi-

nales d'un blanc sale et la tête d'un noir brillant. Elle attaque les pins sylvestre, noir et laricio de huit à quinze ans et dévore toutes les aiguilles. On ne l'a subie encore que dans un seul périmètre : apparue brusquement, elle s'était immédiatement répandue en abondance ; un pin attaqué était dépouillé absolument de ses aiguilles dans l'espace d'une demi-journée, et l'on a recueilli sur un seul sujet une quantité de ces chenilles représentant un poids de 1 kilogr. 700 gr. Quand on approche d'un arbre sur lequel il s'en trouve, elles se massent rapidement de façon à former une sorte de pelote où elles s'agitent et se tordent en tous sens ; quand on s'éloigne, elles se répandent de nouveau sur les branches.

« Cette chenille avait débuté par une apparition dans un périmètre où douze pins seulement avaient été attaqués et furent rongés de la base à la cime ; cette invasion très restreinte se renouvela l'année suivante en prenant un développement assez considérable.

« Pour parer à ce danger, on proceda sans délai à la récolte de toutes les chenilles ; en secouant légèrement les plants, on faisait tomber les chenilles, soit directement dans des récipients remplis d'eau acidulée, soit d'abord sur des toiles où on les recueillait pour les noyer ou les brûler : on a pu ainsi les détruire à un tel point que l'année suivante on n'a plus eu aucun dégât à constater. »

La protection des repeuplements contre les insectes rencontre partout de sérieux obstacles. Malheureusement les futaies résineuses qui les environnent ne font l'objet d'aucuns travaux d'échenillage, et les invasions qui s'y produisent s'étendent aux périmètres ; les conditions très souvent défavorables de sol, d'exposition, que présentent aussi bien les pineraies existantes que les repeuplements de l'espèce, sont certainement une cause qui contribue à développer ces invasions ; en outre, il est facile de constater qu'un arbre attaqué une première fois l'est, par la suite, presque indéfiniment.

D'un autre côté, l'emploi du pin dans les périmètres doit être regardé, dans beaucoup de cas, comme une mesure transitoire, destinée à reconstituer le sol et à le préparer au reboisement définitif (chênes, hêtres, épicéas, etc.).

Pour ce motif et en raison des difficultés, des frais considérables qu'entraînent les travaux d'échenillage et autres palliatifs trop souvent impuissants, il ne paraît pas utile de se préoccuper outre mesure de la destruction des insectes, toutes les fois qu'on ne se propose pas pour but final la constitution d'une pineraie, surtout si l'on doit s'étendre sur de très vastes surfaces; néanmoins il est bon d'avoir l'attention portée sur cette question, de façon à pouvoir attaquer et réduire toute invasion qui débuterait sur une petite échelle et rendrait possible l'emploi des moyens indiqués pour la combattre.

LIVRE SEPTIÈME

RÉCAPITULATION

CHAPITRE XVII

ORDRE CHRONOLOGIQUE DES TRAVAUX A PARTIR DU DÉCRET D'UTILITÉ PUBLIQUE

Discussion de l'Ordre des Travaux. — Dans son *Étude sur les torrents des Hautes-Alpes*, M. Surell [1] établit ainsi qu'il suit les diverses phases de l'opération :

« Il reste à parler de l'ordre dans lequel il conviendra de pousser les travaux. Cet ordre, loin d'être arbitraire, est une des conditions principales du succès.

« J'ai déjà si souvent fait ressortir, dans le cours de ce travail, la nécessité d'attaquer les torrents dans leurs sources mêmes, qu'il est inutile d'y revenir. Ainsi c'est dans les parties les plus élevées que les travaux seraient d'abord entrepris ; ils avanceraient de là vers les parties basses. Non seulement on commencerait par planter le bassin de réception avant de s'occuper des zones inférieures, mais, dans ce bassin même, on remonterait d'abord aux plus hautes ramifications, on s'élèverait au delà des dernières traces du

1. — SURELL, *Études*; IVe partie, chap. XXXII, p. 206 et 207 (2e édition).

lit, et jusqu'à ces pentes sillonnées par des ravins que les eaux forment et déforment à chaque orage.

« C'est là qu'on assoirait d'abord la végétation, qui serait conduite ensuite vers le bas, mais en s'assurant que les parties laissées en arrière sont bien consolidées.

« L'effet des travaux entrepris d'abord dans les régions supérieures sera d'amortir la violence du torrent à l'aval de ces parties.

« Les berges des régions inférieures seront donc moins menacées et la construction des barrages y sera plus facile. Il est visible d'ailleurs qu'en arrivant à ces gorges, la consolidation des zones de défense qui les dominent ne sera assurée que par celle des berges mêmes, et celle-ci ne le sera que par la défense de leur pied.

« C'est donc par les barrages d'abord, puis par la plantation des talus des berges, qu'il faudra commencer dans ces parties.

« Telle serait en général la méthode à suivre pour éteindre un torrent. C'est à l'expérience à montrer quelles modifications pourraient y être introduites. »

L'expérience à laquelle il était ainsi fait appel a démontré qu'en effet, tout en cherchant à appliquer autant que possible cette méthode rationnelle, il y avait la plupart du temps lieu d'y apporter de nombreuses et parfois importantes modifications.

Dans un petit torrent dont le bassin de réception ne renferme pas de climats différents, dont les berges, bien qu'instables, ne sont pas dominées par de grands glissements, enfin dans le voisinage duquel on peut rencontrer à un moment donné toute la main-d'œuvre nécessaire, nous ne voyons aucune raison pour ne pas appliquer intégralement cette méthode, qui est certainement la plus sûre et surtout la plus économique, avantage très important.

Mais, si seulement une de ces conditions vient à ne pas se rencontrer, la méthode subit forcément des modifications que

nous allons examiner successivement, en passant par les différentes hypothèses que l'on peut admettre :

1° Si le bassin de réception présente des différences extrêmes de niveau telles que l'on y rencontre des variétés de climat très accentuées, l'on ne pourra évidemment persister à ne commencer les travaux que par les parties les plus élevées et à ne les entreprendre, dans la région moyenne ou inférieure, qu'après avoir terminé la supérieure. On risquerait en effet de manquer le but en allongeant d'une façon démesurée le délai relativement court que l'on doit se fixer pour obtenir l'extinction du torrent. Aux grandes altitudes, on ne peut travailler au reboisement que pendant quelques jours, à la fin du printemps et au commencement de l'automne, en dehors desquels on se trouverait ne rien faire dans le périmètre, et laisser ainsi s'écouler, en pure perte, un nombre assez important d'années pendant lesquelles le reboisement des régions inférieures aurait pu être avantageusement terminé, du moins dans les parties stables.

2° Les torrents présentent le plus souvent un caractère spécial à chacun d'eux, surtout en ce qui concerne les sources principales de déjections, dont la suppression doit être l'objet de l'attaque la plus énergique de la part des travaux.

On sera donc obligé souvent, dès le début et tout en procédant à l'exécution du reboisement, d'entreprendre la correction de certaines sections inférieures, dans le but de supprimer au plus tôt des glissements imminents qui pourraient, si l'on n'y prenait garde, se répercuter au loin, compromettre même les travaux de reboisement exécutés sur des terrains stables en apparence et donner naissance à des laves mettant en péril l'existence de cultures, de routes, d'habitations, de villages ou de villes occupant la vallée.

3° Généralement on ne trouve dans les pays de montagnes qu'un nombre de bras très restreint, par suite de la dépopulation croissante occasionnée par les ravages des torrents, ainsi que ne le démontre que trop vivement la comparaison

des recensements quinquennaux. L'emploi de la main-d'œuvre étrangère au pays, surtout dans les travaux culturaux de reboisement, est une mesure que l'on doit éviter le plus possible, dans l'intérêt des travaux eux-mêmes comme dans celui du pays. Ainsi qu'en effet, dans les pages éloquentes qui terminent son étude, M. Surell le démontre avec un sincère patriotisme, le but final de la grande œuvre de la régénération des montagnes doit consister à empêcher bon nombre de départements de passer en tout ou en partie à l'état de déserts inhabités, en rendant à l'agriculture la sécurité ainsi que les facultés d'amélioration et d'extension qui lui sont interdites aujourd'hui, toutes choses qui ont pour conséquence la fixation d'abord et l'augmentation ensuite d'une population de montagnards énergiques vivant à l'aise dans ces régions qui forment une partie des défenses naturelles de la France.

Il y a donc, au plus haut degré, intérêt majeur à retenir, dès le début des travaux, le plus d'habitants possible dans les montagnes et à combattre leur émigration. A cet effet, il faut aménager les travaux de manière à pouvoir occuper tous les ouvriers indigènes disponibles, sans les enlever pour cela aux travaux agricoles de la contrée. Si donc on se contentait dans les hautes montagnes, patrie d'élection des grands torrents les plus redoutables, d'exécuter les travaux en commençant par les parties supérieures et en marchant à tir et aire vers les régions inférieures, on se trouverait, pendant les premières années, dans l'impossibilité d'employer sur les hauteurs tous les bras disponibles; l'époque où l'on peut y travailler coïncide en effet avec les travaux agricoles les plus urgents, tels que la fenaison, les moissons et les semailles, alors que, dans les régions inférieures, on peut procéder aux travaux de reboisement beaucoup plus tôt au printemps et beaucoup plus tard à l'automne, juste à des époques de chômage pour les travailleurs agricoles.

Il y a donc lieu de peser avec soin ces conditions économiques et de coordonner avec elles l'aménagement des travaux,

afin de répartir par exemple en un plus grand nombre d'années le travail d'en haut, sauf à trouver une compensation dans l'accroissement de célérité donné au travail d'en bas; on obtient ainsi, en un même nombre d'années, le maximum du travail utile que peuvent fournir les ouvriers indigènes, qui, sûrs de trouver dans les travaux de reboisement un appoint sérieux aux ressources insuffisantes que leur offre l'agriculture locale, renoncent à l'émigration et demeurent dans leurs montagnes qu'ils auraient quittées malgré l'attachement si connu que les montagnards professent pour leur pays.

Il est d'autant plus important d'opérer ainsi que, dans une vallée donnée, on ne peut entreprendre à la fois tous les périmètres indispensables, et que dès lors les travaux y seront échelonnés pendant un grand nombre d'années; de sorte qu'à l'époque de leur achèvement définitif, les habitants trouveront dans le développement qu'aura pris peu à peu l'agriculture locale un ample dédommagement à la suppression des travaux arrivés à leur dernière limite.

En opérant ainsi, on rattache donc au sol tous les ouvriers agricoles prêts à l'abandonner et, tout en améliorant leur sort, on conserve aux propriétaires les bras qui sans cela finiraient par leur faire défaut aux époques critiques des récoltes ou des semailles.

Mais, parallèlement, l'intérêt même des travaux se trouve considérablement avantagé, car une tradition ne tarde pas à se former parmi ces ouvriers dont beaucoup reviennent chaque année sur les chantiers et acquièrent ainsi une habileté de main et une sûreté de coup d'œil précieuses pour la bonne exécution, la réussite et l'économie des travaux. Ces ouvriers finissent par s'attacher à ce qu'ils font, ils y travaillent en famille, ils en causent; ils visitent plus tard leurs travaux, curieux et souvent fiers des résultats obtenus, et peu à peu l'opinion publique, sinon hostile du moins toujours sceptique au début, silencieuse mais attentive dans la suite, finit par sortir de sa réserve et fait taire les quelques égoïstes dont les clameurs

intéressées l'avaient trompée au début. Car telle est, en peu de mots, l'histoire de toutes les tentatives de reboisement que personnellement nous avons pu noter, dans des conditions cependant bien diverses, du fond de l'Algérie aux Basses-Alpes, en passant par les Alpes-Maritimes.

En ce qui concerne les travaux de maçonnerie et quelques travaux divers qui peuvent être livrés à l'entreprise, les conditions ne sont plus les mêmes; ils réclament le plus souvent des ouvriers spéciaux que la contrée ne saurait toujours fournir et qui n'ont du reste aucun rapport avec l'agriculture. Néanmoins ces travaux apportent avec eux leur contingent d'améliorations dans l'aisance générale, car la majeure partie de leurs dépenses est consommée sur place au bénéfice des producteurs et des commerçants locaux.

Aménagement des Travaux dans un Périmètre donné [1].— Cela posé, nous allons passer en revue et placer dans leur ordre normal les différents travaux à exécuter dans un périmètre donné en vue de l'extinction d'un torrent, toutes les formalités relatives à la déclaration publique et à l'acquisition par l'État étant terminées.

La première année :

On entreprendra la délimitation et le bornage.

On préparera aux différents étages climatériques les pépinières volantes nécessaires à la production des résineux à employer dans les plantations; l'importance de ces pépinières sera calculée d'après les surfaces que l'on aura à reboiser par plantation dans chacune des divisions pendant la troisième ou la quatrième année, suivant les essences ou les conditions de chacune d'elles.

On exécutera les enherbements reconnus nécessaires en vue de ces plantations, ainsi que les préparations de sol relatives aux semis à exécuter dès la deuxième année.

1. — Voir la Note H.

On procédera au recepage de tous les arbustes ou arbrisseaux existants, abroutis ou mal venants.

On étudiera le tracé des chemins principaux, en ayant soin de les raccorder avec un ou plusieurs débouchés sur les routes existantes, et l'on ouvrira au besoin une série de sentiers déterminant leur axe futur.

On procédera en même temps à l'étude définitive du torrent en vue de la préparation des projets relatifs aux travaux de correction, et l'on déterminera, suivant les conditions locales, l'ordre chronologique des ouvrages à exécuter, en s'efforçant autant que possible de commencer par le haut, à moins de raison majeure imposant la correction préalable de telle ou telle section inférieure.

S'il y a lieu, on dressera en même temps le projet d'un ou plusieurs barrages de retenue dans la partie supérieure du torrent.

On opérera de la même manière en ce qui concerne les ravins en répartissant leur correction sur un nombre d'années en rapport avec leur importance et les ressources locales en matériaux, et en les combinant avec la correction du torrent principal.

On établira les projets de baraquement reconnus indispensables et l'on organisera le matériel d'outils et d'instruments nécessaires.

La seconde année :

On procédera au semis des pépinières volantes, cultivées pendant l'année précédente, et à la préparation d'autres pépinières en vue des plantations à exécuter pendant la quatrième ou la cinquième année.

On commencera les semis à demeure dans les terrains défoncés ainsi que dans les trous ou bandes préparés.

On continuera la préparation du sol, les enherbements et les recepages, s'il y a lieu.

On commencera l'exécution des chemins dans les sections nécessaires aux travaux les plus prochains.

On entreprendra les premiers barrages en maçonnerie, les

barrages rustiques, les barrages vivants de premier ordre et les canaux d'irrigation, s'il y a lieu.

On construira les baraques en maçonnerie et l'on placera les baraques en bois.

La troisième année :

On continuera les semis des pépinières volantes et la préparation de nouvelles places, s'il y a lieu, ainsi que les semis à demeure.

On commencera les premières plantations de résineux fournis par les pépinières volantes et celles de feuillus dans les berges, partout où les travaux de correction seront assez avancés dans les ravins.

On entreprendra les premiers marcottages et l'on continuera les préparations de sol et les enherbements, ainsi que les chemins.

On procédera à la construction de nouveaux barrages en maçonnerie, de barrages rustiques et de barrages vivants de premier ordre; l'on commencera la série des barrages vivants de second ordre et la construction des seuils et des clayonnages longitudinaux et transversaux sur les atterrissements qui se seraient formés à l'amont des ouvrages construits un an auparavant et se trouveraient dans les conditions voulues.

A partir de la quatrième année, tous les travaux seront en train et s'augmenteront des regarnissages et des entretiens qui pourraient devenir nécessaires.

On continuera ainsi jusqu'à l'entier achèvement de chaque nature de travaux, en limitant leur importance annuelle d'après les crédits disponibles et le plus ou moins d'urgence de chacun d'eux.

On arrivera le plus souvent à terminer les travaux de reboisement dans les terrains stables avant la correction des torrents et des ravins, ce qui permettra de réaliser les meilleures conditions désirables et de trouver parfois dans les jeunes forêts des matériaux utiles pour l'achèvement des travaux de correction dans les ravins.

Quant à la durée totale des travaux, il est évident qu'elle dépend beaucoup des crédits disponibles, mais elle n'en dépend pas uniquement; car il faut compter ici non seulement avec un maximum d'ouvriers susceptibles d'emploi opportun, mais surtout avec la nature et son auxiliaire indispensable, *le temps*.

Le savant voyageur anglais Arthur Young, en visitant au siècle dernier la Crau d'Arles et les travaux d'amélioration qu'on y entreprenait déjà à cette époque, disait : « Dans de pareils essais, ceux qui les entreprennent veulent toujours aller trop vite au dernier degré de perfection et rendre tout à coup ces déserts semblables à des champs depuis longtemps cultivés. Pour que de semblables travaux soient au contraire avantageux, il faut éviter les grandes dépenses et laisser quelque chose à faire au temps, qui travaille en silence avec efficacité. »

Cette sage réflexion peut s'appliquer plus justement encore aux travaux de reboisement et servir à éviter dans leur exécution une marche trop accélérée qui risquerait d'occasionner un surcroît de dépenses qui ne serait pas en rapport avec les quelques années d'avance qu'on aurait pu gagner. — (*Voir à la note H, la Monographie des Travaux du périmètre de Faucon.*)

DEUXIÈME PARTIE

TRAVAUX FACULTATIFS

CHAPITRE XVIII

TRAVAUX DE REBOISEMENT ET DE GAZONNEMENT

Terrains appartenant à des particuliers. — Terrains appartenant aux communes et aux établissements publics.

Les travaux facultatifs de reboisement et de gazonnement prévus par les lois de 1860 et de 1864 se distinguent des travaux obligatoires en ce qu'ils sont entrepris sur l'initiative des propriétaires des terrains, communes, établissements publics ou particuliers, et reçoivent de la part de l'État une subvention en nature ou en argent, graduée d'après l'importance qu'ils présentent au point de vue de l'intérêt public.

Lorsqu'un particulier se décide à entreprendre le reboisement ou le gazonnement des terrains qu'il possède en montagne et désire participer aux subventions de l'État, il établit une demande indiquant la situation et la contenance du terrain, le devis des travaux qu'il veut y opérer, les subventions soit en nature, soit en argent, qu'il sollicite. Les agents forestiers, après visite des lieux, dressent un rapport circonstancié à la suite duquel l'Administration fixe la subvention qu'elle accorde à l'œuvre entreprise. Ces subventions sont, en général, allouées pour une seule année et doivent faire l'objet de nouvelles demandes pour chacune des années ultérieures de la durée des travaux qui sont exécutés par les propriétaires, conformément à l'engagement souscrit par eux d'employer

exclusivement les subsides de l'État à l'amélioration projetée et de veiller à la conservation des travaux jusqu'à leur défensabilité, le tout sous la surveillance des agents forestiers, toujours prêts à aider de leurs avis les propriétaires qui en manifesteraient le désir.

Les subventions en nature consistent en la délivrance gratuite de graines ou de plants, suivant les cas. Les subventions en argent se délivrent sous forme de prime, après que l'exécution des travaux et des engagements pris par le propriétaire a été constatée par procès-verbaux réguliers des agents forestiers.

Les travaux que peuvent avoir à opérer des particuliers ne présentent pas les conditions défavorables qu'on rencontre dans les travaux obligatoires, surtout en ce qui concerne les travaux de correction des torrents. Le plus souvent ils ne consistent qu'en un reboisement ayant pour but la mise en valeur de terrains improductifs, accompagné parfois de construction de barrages rustiques ou de barrages vivants, ou en un gazonnement appelé à remettre en état un pâturage dégradé.

Ces travaux, bien que n'affectant pas intrinsèquement une grande superficie, présentent une sérieuse importance au point de vue de la régénération des montagnes et méritent, de la part de l'Administration, la plus grande sollicitude et les plus nombreux encouragements, car le développement de l'initiative individuelle est un des plus grands auxiliaires des efforts de l'État.

Les considérations et les règles applicables aux travaux que peut réclamer le reboisement d'un terrain quelconque appartenant à un particulier, se trouvent énumérées et développées dans les chapitres VII à XI. Néanmoins, il ne sera pas sans intérêt d'en extraire et de présenter sommairement les conseils les plus avantageux qui en découlent naturellement.

Quand un particulier se décide à entreprendre un reboisement, il a surtout pour but la mise en valeur d'un terrain généralement impropre à toute autre culture que celle du bois. La création d'un massif forestier dans ces conditions peut, en outre, être appelée parfois à procurer aux cultures inférieures un abri tutélaire contre le ravinement ou contre l'invasion de matériaux provenant des terrains supérieurs, et affecter ainsi l'intérêt général dans une contrée donnée. Mais, sauf des cas tout à fait exceptionnels, on doit admettre que le reboisement de terrains dénudés constitue surtout de la part de leur propriétaire une opération culturale et économique, appelée à former dans l'avenir un capital susceptible de revenus réguliers.

Il ne s'agit donc plus ici de ces grands travaux dans lesquels l'utilité publique domine de toute sa hauteur la question de dépense annuelle et de capital engagé; le but est plus modeste, le champ d'action plus étroit et les moyens beaucoup plus restreints. Il est rare, en effet, que la propriété d'un particulier embrasse le bassin tout entier d'un grand torrent. On n'y pourra rencontrer tout au plus que de petits torrents et le plus souvent de simples ravins déchirant les flancs des versants à reboiser. D'où résulte tout d'abord l'absence presque totale de grands travaux d'art en maçonnerie, ouvrages coûteux, qui ne peuvent être entrepris qu'exceptionnellement dans des cas tout spéciaux.

D'autre part, il est d'observation constante en montagne, que les terrains appartenant aux particuliers se trouvent dans un état relativement meilleur que les terrains communaux, à tel point que, dès le premier abord, on reconnaît presque toujours infailliblement ces derniers, à leur aspect de dénudation et de ruine, avant tout examen d'un plan cadastral. Cette situation, moins mauvaise des terrains particuliers, ne laisse pas de son côté de présenter des avantages sérieux, au point de vue de l'économie des travaux.

Enfin un propriétaire, qui entreprend un reboisement, a

toujours intérêt à ne pas précipiter son exécution, l'état de ses terrains et le but qu'il se propose ne l'obligeant pas à hâter des travaux pour lesquels il n'y a pas *péril en la demeure*.

Cela posé, nous allons passer en revue les diverses opérations et mesures qu'entraînera pour un particulier l'exécution d'un reboisement par lui décidé :

Le terrain à ce destiné étant bien déterminé et sa contenance calculée, la première mesure à prendre consiste dans la suppression immédiate du parcours des troupeaux. On ne peut songer, en effet, à opérer un reboisement d'une certaine importance sans avoir pris préalablement et sans compter maintenir, au moins jusqu'à la défensabilité des jeunes peuplements, cette mesure de préservation sans laquelle on ne pourrait tout au plus exécuter que des plantations de haute tige dont l'excès de dépense serait loin d'être compensé par le produit du pâturage. L'on pourra, la plupart du temps d'ailleurs, compenser les étendues enlevées au parcours en augmentant la production fourragère artificielle, ce qui permettra de prolonger la stabulation et de conserver presque au complet les troupeaux habituels.

La mise en défends une fois établie sur le terrain à reboiser, on examinera les ravins qui peuvent s'y rencontrer, et l'on entreprendra leur correction d'après les données du chapitres V, sauf à remplacer les clayonnages par des barrages rustiques, au cas où l'on aurait des pierres en quantité suffisante sur place.

En même temps et en dehors du lit des ravins, on procédera au recepage de la basse végétation ligneuse à feuilles caduques qui peut se rencontrer sur le sol à reboiser; cette opération doit être menée, rapidement et autant que possible, sur toute la surface des terrains dès la première année, afin de fournir au plus tôt, à la place de plants rabougris, une série

de rejets vigoureux et élancés, susceptibles au besoin d'être marcottés comme il est dit au chapitre IX, page 176.

Les développements du chapitre VIII renferment toutes les données utiles sur le choix des essences à adopter dans les différents cas de sol et de climat, qui peuvent se présenter; dans le cas où plusieurs essences seraient également susceptibles de prospérer sur un terrain donné, on donnera la préférence à celles qui sont de nature à fournir, plus tard, les produits en argent les plus élevés tout en assurant la perpétuité du bois nouvellement créé.

On a souvent intérêt à opérer, dans certains reboisements, un mélange de deux essences; quelques développements à ce sujet ne seront pas inutiles.

Dans la région chaude, par exemple, et dans les terrains calcaires, le pin d'Alep est certainement l'essence la plus précieuse qu'on puisse employer pour le reboisement. Mais, avec les risques perpétuels d'incendie auxquels on est exposé dans un pareil climat, il importe de ne pas employer le pin d'Alep seul et de lui adjoindre son associé naturel, le chêne vert. On obtient alors un peuplement mélangé dans lequel le pin d'Alep, d'une croissance plus rapide, abrite le chêne vert dans sa jeunesse, couvre rapidement le sol en lui fournissant d'abondants engrais et vient jouer avantageusement le rôle d'essence transitoire; dès l'âge de vingt-cinq à trente ans, il peut être exploité utilement, en vue de la production des étais de mine de plus en plus recherchés, et son rôle peut au besoin être considéré comme terminé.

Que si, comme le cas s'en présente parfois, le chêne vert ne peut prospérer indifféremment sur toute la surface du sol, on peut abandonner les plus mauvaises parties au pin et constituer ainsi un massif où le mélange des essences se partage en bouquets distincts, circonstance qui ne s'oppose en rien à l'exploitation régulière de la forêt.

Il y a tout avantage néanmoins pour le propriétaire à res-

treindre le pin dans ses plus strictes limites et à donner au chêne vert le plus grand développement dont il soit susceptible.

D'une part, en effet, ses produits, notamment l'écorce, représentent une valeur bien plus élevée que celle des produits du pin, et d'autre part, un peuplement de chênes verts offre au pâturage, par les herbes abondantes qui croissent à son abri, un appoint que lui refuse presque absolument le couvert des pins. Cette considération ne laisse pas, au cas particulier, de présenter une sérieuse importance.

Un dernier et très précieux avantage du mélange de ces deux essences consiste dans la sécurité relative qu'il donne au reboisement opéré; que survienne en effet, au milieu d'un jeune peuplement, un de ces incendies si fréquents dans le Midi, l'état de boisement ne sera pas absolument compromis, comme dans le cas où le pin aurait constitué l'unique essence. Il restera les chênes qui, après un simple recepage, fourniront les éléments d'un boisement suffisant, si le mélange a été convenablement fait.

Les considérations que nous venons d'exposer en faveur du mélange du pin d'Alep avec le chêne vert, s'appliquent également dans la même région au mélange du pin maritime avec le chêne-liège. Les vastes et fréquents incendies, qui ont jadis désolé les *Maures* et l'*Estérel* dans le Var, ont toujours justifié l'avantage de ce mélange précieux, et démontré l'étonnante faculté que possèdent les chênes à supporter, sans périr, le couvert d'un massif de pins, pendant des périodes de temps souvent très prolongées. C'est ainsi que des propriétaires de forêts, où le pin maritime paraissait seul maître du terrain, s'étant tout d'abord cru ruinés à la suite de terribles incendies, n'ont pas tardé à voir le sol se recouvrir d'un superbe peuplement de chênes-lièges qui fait aujourd'hui l'élément le plus important de leur grande fortune.

Dans la région moyenne, des mélanges analogues doivent

également être adoptés dans bien des cas; c'est ainsi qu'il est très avantageux pour obtenir dans l'avenir un peuplement en chêne rouvre, de commencer par un mélange de cette essence avec le pin noir ou le pin sylvestre, dans le but de fournir au jeune chêne un premier abri indispensable dans les terrains nus et au sol un engrais abondant.

Dans les altitudes plus élevées, dans les climats plus rudes, le mélange d'essences feuillues et résineuses devient impossible. Il n'y a guère que le sapin et le hêtre qui puissent s'y rencontrer et ces deux essences sont précisément les moins utilisables pour le reboisement des terrains nus; mais on emploie souvent avec avantage le mélange de deux résineux, dont l'un sert de premier abri à l'autre et disparaît dans les premières éclaircies. C'est ainsi que l'introduction du sapin ou de l'épicéa peut être assurée, sous la protection du pin sylvestre.

Les essences principales une fois choisies, il convient de rechercher quel sera le mode d'emploi le plus économique, en même temps que le plus certain. Cette question complexe mérite d'être examinée de très près, car elle concerne d'abord la préparation à donner au sol, puis le choix entre le semis ou la plantation.

En nous reportant aux considérations développées dans le chapitre IX, nous n'hésitons pas à conseiller de restreindre, autant que possible, la préparation préalable du sol qui, dans tout reboisement, représente la plus grosse partie de la dépense à l'hectare. Ce n'est que dans les sols secs, durs, compacts et privés de toute végétation vivace pendant l'été qu'on doit, sans balancer, recourir à une préparation préalable du terrain consistant dans le défoncement profond des places appelées à recevoir les semis ou les plantations. Mais, dans toutes les parties d'un pareil sol, où viendraient à se rencontrer des arbustes vivaces, tels que des chênes-kermès, des buis, des genêts, etc., on doit supprimer tout travail

préparatoire et ne le réserver qu'aux seuls intervalles dénudés et plus ou moins spacieux, qui séparent les parties en végétation.

Dans de pareils sols, le mode de préparation des trous est identique, qu'on se propose de planter ou de semer. Le plus avantageux, à notre avis, consiste dans le défoncement de trous ayant de $0^m,20$ à $0^m,25$ de largeur, $0^m,40$ de profondeur et 1 mètre de longueur, ouverts par lignes espacées de $1^m,50$ à 2 mètres, et distants entre eux également de $1^m,50$ à 2 mètres, ce qui donnerait à l'hectare 2,664 trous au maximum et 1,666 au minimum, en admettant qu'il n'existe aucune plante vivace utilisable sur le sol; mais il n'en est pas toujours ainsi.

Dans les calcaires secs, qui forment les plus mauvais terrains à reboiser et que nous prenons ici pour exemple, on rencontre parfois des éléments de succès et d'économie très importants, dont trop souvent on ne sait pas profiter et qui sont fournis par les arbustes vivaces occupant, dans bien des cas, une bonne partie de la superficie. Au lieu donc de les arracher, en partie du moins, en confectionnant à grands frais des trous comme dans les parties dénudées, il suffit de receper dans la touffe une surface, égale à celle d'un trou, au milieu de laquelle on introduira les plants ou les graines, en procédant simplement *à la pioche*. On y trouve, en effet, un sol plus fertile, plus meuble et plus abondant qu'ailleurs, à tel point que souvent ces touffes seules ont conservé la terre végétale, qui, en dehors d'elles, a disparu pour laisser le sous-sol à nu. Mais, outre cet avantage déjà très important, la touffe assure aux jeunes sujets plantés ou semés une protection des plus salutaires; dans la partie recepée, en effet, les rejets leur fourniront, dès le premier été, un abri contre le vent, contre le soleil et, plus tard, les protégeront contre la gelée. Le reste de la touffe, recouvrant le sol, le garantit de l'évaporation, maintient sa fraîcheur et lui entretient un humus dont la fertilité aide singulièrement la bonne venue des jeunes plants forestiers.

Ces indications, si naturelles cependant, ne sont pas toujours appliquées et bien souvent nous avons pu voir impitoyablement arracher ces précieuses plantes pour leur substituer de vastes potets, défoncés à grands frais, qu'on destinait à recevoir des semis de pin d'Alep. On se privait ainsi bénévolement d'une économie sérieuse dans la main-d'œuvre et de tous les avantages que procurait la touffe inconsidérément arrachée. Pour les jeunes semis, en effet, plus d'abris contre les animaux, contre le vent, le soleil, la grêle et la gelée; pour le sol, suppression des conditions favorables au maintien de sa fraîcheur, de son ameublissement et de sa fertilité. Aussi croyons-nous devoir insister sur les avantages précieux à tous égards que procurent le maintien et le judicieux emploi de la basse végétation existante sur un sol donné.

Ces conditions relativement favorables se rencontrent beaucoup plus souvent dans les terrains appartenant aux particuliers que dans les terrains communaux. L'on peut en conclure qu'en général, chez les particuliers, on ne devra recourir à la préparation préalable du sol qu'à titre tout à fait exceptionnel, et employer, autant que possible, le semis ou la plantation *à la pioche.*

Dans le chapitre X, nous avons émis sur le semis et la plantation une série de considérations générales qui ne laissent pas de donner, en ce qui concerne l'emploi des résineux, une grande prépondérance à la plantation sur le semis, notamment dans les terrains calcaires dénudés.

Nous ne saurions trop engager le propriétaire particulier à examiner bien attentivement les conditions où se trouve son terrain et à ne pas hésiter, au cas échéant, à rompre avec le préjugé, trop généralement répandu, que les plantations sont moins avantageuses et plus difficiles que les semis. Rien n'est plus contraire à la vérité, à la condition que le propriétaire se constitue à lui-même et sur son propre terrain l'approvisionnement des plants nécessaires, et rien n'est plus simple que la

réalisation de cette sage mesure. Il suffit d'établir dans un coin de bonne terre une pépinière préparée et semée, comme nous l'avons indiqué à l'article des pépinières *volantes,* qui suffira grandement aux besoins d'une étendue relativement peu considérable. Nous ne saurions donc trop engager les particuliers à préparer ainsi eux-mêmes leurs plants. En ce faisant, un propriétaire bien avisé se procure :

1° Une première économie sur la valeur des plants eux-mêmes;

2° La faculté de pouvoir opérer ses plantations opportunément, de pouvoir les suspendre provisoirement, et par suite de les faire dans les conditions de temps les plus favorables;

3° La certitude que ses plants sont de bonne qualité, qu'ils n'auront souffert en rien de l'arrachage et du transport et qu'ils se trouvent dès lors dans les meilleures conditions de reprise;

4° La faculté de pouvoir, dans bien des cas, remplacer au bout de peu de jours les sujets qui viendraient à ne pas donner signe de reprise certaine et de compléter ainsi, dès le début, le travail entrepris;

5° La possibilité de soigner au besoin, par des binages, les jeunes plants pendant les chaleurs de l'été, et en tous cas, les moyens de les garantir contre les effets du gel et du dégel;

6° Une croissance plus rapide, surtout s'il procède par *touffes* de jeunes plants, et dès lors une mise en défends moins longue.

Pour les terrains situés en montagne, les graines sont généralement fournies par l'État aux particuliers, sur leur demande. C'est pour eux une bien précieuse garantie, surtout en ce qui concerne les graines de certains résineux dont la qualité ne répond pas toujours au prix élevé qu'elles ont dans le commerce.

En dehors des essences principales qu'un particulier a cru devoir choisir pour former la base de son reboisement, il en

est d'autres, dont l'introduction à l'état isolé ou par petites quantités peut être des plus intéressantes.

Chaque fois donc qu'on rencontre des endroits frais, où le sol est généralement plus profond, comme dans certains fonds de ravins, on ne devra pas manquer d'employer, selon les cas, les essences susceptibles de fournir dans la localité les produits en argent les plus élevés, telles que le frêne, l'orme, l'érable, etc. ou même certains peupliers. Rien de plus facile que d'élever soi-même les plants qui seront nécessaires; on sème, dans une ou deux planches de jardin, leurs graines qu'on se procure partout sans difficultés; quand les jeunes plants ont atteint deux ans, on peut les employer immédiatement comme basses tiges; si on préfère ne les introduire qu'à l'état de moyennes tiges, on les repique en pépinière après la deuxième année et on les laisse végéter pendant deux ou trois ans au bout desquels on possède les plants les plus convenables et presque sans frais.

S'il s'agit de saules ou de peupliers, on se contente de les introduire par boutures et si on veut les vulgariser promptement, on en fait une petite pépinière dans un coin de jardin. Dès la deuxième année, on peut en extraire des quantités de très belles boutures.

Le jeune bois ainsi constitué, soit par voie de semis, soit par voie de plantations, il reste à lui donner, dans les premières années, certains soins indispensables au rapide développement de la nouvelle végétation forestière introduite sur le sol. Cet entretien sera d'autant plus facile qu'on opère généralement sur de petites surfaces à la fois.

Les plantations recevront, dès les premiers jours de l'été, soit un binage, soit même encore un buttage destiné à combattre l'influence de la sécheresse. Dans les semis de résineux, on exécutera des sarclages appelés à les débarrasser des herbes susceptibles de sécher sur pied et d'entraîner la mort des jeunes sujets qu'on veut conserver.

On répétera ces travaux pendant la deuxième année partout où ils paraîtront nécessaires, et, dès la troisième année, on pourra généralement les supprimer sans inconvénients.

Les résineux ne réclameront plus dès lors d'autres soins que des nettoiements dans le cas où, venus par semis, les jeunes brins seraient trop nombreux et menaceraient de s'affamer mutuellement.

Quant aux chênes, dès la quatrième ou cinquième année, un recepage deviendra nécessaire, pour leur permettre de provoquer dans leur végétation aérienne un développement plus marqué. Ce recepage devra être opéré rez-terre, surtout pour le chêne vert.

Si le peuplement est composé d'un mélange de chênes et de pins, on surveillera attentivement la croissance de ces derniers, afin d'empêcher, au moment opportum, les chênes d'être compromis par un couvert, qu'on pourra rendre facilement plus léger au moyen d'élagages ou même de nettoiements bien compris.

Ces diverses opérations d'entretien pourront, la plupart du temps, être exécutées sans frais, pour le prix du bois qu'on en retirera.

Nous croyons enfin devoir rappeler qu'aux termes de l'article 226 du Code forestier, les semis et plantations de bois sur le sommet et le penchant des montagnes, sont exempts de tout impôt pendant trente ans. Aussitôt donc que le reboisement aura été opéré, le propriétaire devra faire toutes diligences auprès de l'administration des contributions directes pour se faire appliquer le bénéfice de l'article dont il s'agit.

Les communes et parfois les établissements publics possèdent généralement, dans les montagnes, des superficies beaucoup plus considérables que les particuliers et dans lesquelles des travaux de reboisement ou de gazonnement peuvent être nécessaires tant au point de vue de l'utilité publique qu'à celui de l'intérêt local.

Les mêmes formalités existant pour les établissements publics comme pour les communes soumises également à la tutelle de l'État, nous ne considérerons que ces dernières dans ce qui va suivre.

Lorsqu'une commune est dans l'intention de faire exécuter des travaux de reboisement ou de gazonnement sur des terrains qu'elle possède en montagne, le conseil municipal prend une première délibération indiquant le but et la nature des travaux, ainsi que les parcelles cadastrales sur lesquelles ils doivent être exécutés; le périmètre facultatif se trouve ainsi constitué et demeure, à partir du jour de la délibération, soumis au régime forestier.

Chaque année, le conseil municipal établit une demande tendant à obtenir de l'État une subvention en nature et en argent qui fait l'objet d'une instruction administrative à la suite de laquelle l'Administration des forêts fixe l'importance des subsides accordés, d'après les sommes votées par la commune, les subventions à elle allouées par le département et la situation spéciale de la commune et des terrains compris dans son périmètre facultatif.

Les travaux exécutés sous la direction des agents forestiers et la surveillance de préposés spéciaux qui peuvent être fournis par l'État sont toujours moins considérables que ceux des périmètres obligatoires, mais plus développés que ceux des particuliers, et l'on peut dire qu'ils tiennent le milieu entre ces deux catégories au point de vue de leur importance.

L'initiative de ces travaux venant des conseils municipaux, les agents forestiers doivent s'efforcer d'éclairer les municipalités sur les avantages que les communes peuvent y trouver, et ne ménager aucun effort pour arriver à cet heureux et productif résultat.

CHAPITRE XIX

SUBVENTIONS ET PRIMES POUR L'AMÉLIORATION DES PATURAGES

Travaux facultatifs.

L'article 2 de la nouvelle loi soumise en 1877 au Sénat autorise l'État à distribuer « des subventions et primes en argent à toute entreprise particulière, communale ou collective, telles qu'associations pastorales, fruitières, etc., qui présente, pour la consolidation des terrains en montagne et la régénération des pâturages, des avantages reconnus au point de vue de l'intérêt public ».

Cette utile et opportune mesure se trouve expliquée ainsi qu'il suit dans le rapport que M. le député Alicot a déposé à la Chambre, le 22 décembre 1876 :

« Sous l'empire des lois du 28 juillet 1860 et du 8 juin 1864, l'État pouvait subventionner les communes, les établissements publics et les particuliers au moyen de primes en argent et de délivrance de graines et plants, mais ces subventions ne s'appliquaient qu'aux travaux de reboisement ou de gazonnement entrepris en vue de la restauration des montagnes. Le projet de loi présenté à la Chambre maintient ces dispositions, qui ont produit d'heureux résultats; il va plus loin et fait un pas de plus dans une voie où la commission chargée d'examiner la loi de 1860 avait engagé le Gouvernement à entrer. Désormais les encouragements de l'Administration cesseront d'être limités aux travaux de restauration s'appli-

quant aux montagnes déjà atteintes par le fléau du ravinement et de l'éboulement, conséquence de la destruction de la végétation. La sollicitude de l'État s'étendra sur les parties de la montagne encore intactes, mais qui appellent des travaux préventifs; son concours sera assuré aux communes, aux établissements publics, aux particuliers, aux associations pastorales, qui, animés d'un esprit de prévoyance, voudront entreprendre des travaux de conservation et de mise en valeur du sol. Il encouragera par voie de subventions les efforts tentés en vue d'améliorer et de rendre plus résistante l'armure végétale qui, en dehors des forêts, protège la montagne contre les causes de détérioration auxquelles elle est constamment soumise. Il favorisera ainsi les populations, qui ouvriront les yeux aux avantages de la réglementation des pâturages, de la transformation rationnelle des méthodes d'élevage et d'exploitation pastorale, en suivant les exemples qui sont fournis depuis le commencement du siècle par les habitants de la Suisse, du Jura français et de la Savoie.

« Les bons résultats de cette innovation législative peuvent être déjà pressentis grâce aux expériences faites depuis quelques années par notre administration forestière. En 1874 et 1875, l'Assemblée nationale, sur la proposition de notre éminent et regretté collègue M. Cézanne, avait inscrit au budget une somme de 20,000 francs, destinée à encourager la formation des associations pastorales et la création des fruitières dans les Alpes et dans les Pyrénées. Ces crédits restreints, il est vrai, mais habilement employés, ont permis de donner dans plusieurs communes une heureuse impulsion aux travaux d'entretien et d'amélioration sur les pâturages en montagne, et de fournir aux populations pastorales des Alpes et des Pyrénées quelques exemples décisifs des saines méthodes culturales. »

CONCLUSION

Conséquences de l'extinction des Torrents par les Travaux obligatoires. Travaux facultatifs.

L'extinction des torrents, obtenue à la suite des travaux de tous genres qui ont eu pour but final la création de la forêt dans leur bassin de réception, aura pour résultat d'arrêter pour l'avenir tout entraînement de matériaux des hauteurs dans les vallées. Non seulement il ne descendra plus que de l'eau, mais la durée de son écoulement dans chaque torrent sera considérablement ralentie.

Les effets multiples qui seront la conséquence de l'obtention, aujourd'hui certaine, de ce résultat, but suprême des travaux, peuvent être énumérés ainsi qu'il suit :

1° — *La fixation du sol dans les montagnes,* entraînant la conservation de toutes les cultures et la sécurité des nombreux hameaux qui se trouvent disséminés dans le bassin de réception de chaque grand torrent.

2° — *La conversion des torrents en ruisseaux*, à lits creusés dans les cônes de déjections, ce qui procure la faculté de les encaisser et de fixer leur lit définitivement; d'où résulte la disparition de tous dangers pour les villages placés sur ces cônes et la possibilité de rendre à l'agriculture des surfaces relativement énormes, renfermant les terrains les plus précieux et les mieux exposés.

3° — *L'augmentation considérable du débit des sources et des*

ruisseaux remplaçant les torrents, d'où résultent les bienfaits d'une irrigation opérée avec des eaux claires substituées aux eaux boueuses, susceptible d'une plus grande extension et permettant dès lors le développement des prairies, principale richesse des pays de montagnes.

Cette augmentation du débit des sources par le reboisement a été contestée par quelques ingénieurs qui se sont basés sur des expériences faites dans le bassin de rivières ou de fleuves n'appartenant ni à la région ni au climat des hautes montagnes, et sur des terrains couverts d'arbres feuillus et situés à une altitude qui ne paraît pas dépasser 600 mètres au-dessus de la mer.

Dans les hautes montagnes, au contraire, l'altitude des terrains à reboiser varie de 1,000 à 2,800 mètres et les essences employées sont presque exclusivement résineuses. Si l'on rapproche ce que nous avons exposé sur l'augmentation de la quantité des eaux pluviales à mesure qu'on s'élève, avec la condition de perméabilité de plus en plus grande que présentera le sol reboisé, on peut concevoir facilement quelle influence possédera un massif forestier d'essences résineuses contre l'évaporation, aujourd'hui si rapide, sur les sols découverts, dans le climat la plupart du temps très sec des montagnes à reboiser.

4° — *La régularisation du régime des rivières dans les vallées de montagnes et des cours d'eau inférieurs*, entraînant, d'une part : l'augmentation du débit des eaux utiles aux irrigations dans les vallées inférieures pendant les sécheresses de l'été, et d'autre part : la possibilité d'un système complet d'endiguement et la conquête d'immenses étendues de terrains les plus utiles à l'agriculture, deux opérations absolument impraticables aujourd'hui, tant que les rivières continueront à charrier de grands volumes de matériaux dont le dépôt tend à exhausser le fond de leur lit.

En ce qui concerne la Durance, le rapporteur de l'enquête agricole de 1866 estime que, dans le seul département des Basses-Alpes, il y aurait à reprendre dans son lit, pour les

livrer à l'agriculture, plus de 6,000 hectares de graviers aujourd'hui sans valeur, qui, avec un bon système d'endiguement et de colmatage, deviendraient en cinq ou six ans des terres de première qualité valant au moins 5,000 à 6,000 francs l'hectare, ce qui représente un capital de 30 à 36 millions. Cette surface occupe 4 pour 100 de l'étendue totale des terrains cultivables dans ce département, qui, sur une étendue territoriale de 695,000 hectares, possède seulement 150,000 hectares de cultures, soit 22 pour 100 de sa superficie, alors que les lits de torrents ou de rivières occupent plus de 29,000 hectares.

5° — *La protection et le salut d'un grand nombre de villes et de villages* situés au bord des rivières de montagne et dont l'existence est absolument menacée par l'exhaussement continu et les divagations perpétuelles du lit.

6° — *La conservation d'une population laborieuse,* rude à la fatigue et précieuse pour la défense du territoire dans les frontières montagneuses de la France.

7° — *La sécurité rendue à la circulation sur un immense parcours de routes nationales, départementales et autres.* La possibilité d'établir un vrai et stable réseau de chemins vicinaux, au lieu des sentiers impraticables décorés du nom trompeur de chemins de grande communication.

8° — Enfin, *les éléments les plus importants de la transformation que l'économie agricole est appelée à subir dans les pays de montagnes* pour s'élever à la hauteur des conditions de la production moderne basée sur le travail et non sur l'existence contemplative des pasteurs. Au lieu d'un pâturage ruineux qui s'exerce sur des surfaces abandonnées sans réserve à toutes les causes de destruction, l'agriculture obtiendra, sur des surfaces moins vastes, un produit intensif, supérieur à celui d'aujourd'hui, mais à la condition d'apporter à ces pâturages les améliorations indispensables et de leur appliquer les règles d'une saine, intelligente et laborieuse exploitation. Ces *desiderata* pourront être réalisés en moins de temps qu'on ne le suppose générale-

ment; mais pour que les communes et les particuliers puissent se mettre à l'œuvre, il leur faut la *sécurité* que l'extinction des torrents peut seule procurer et les *premiers moyens de travail* que les acquisitions de l'État augmenteront efficacement.

Tel est l'ensemble des principaux résultats qu'entraînera l'extinction des torrents obtenue par des travaux d'utilité publique qui forment la tâche lourde et urgente que l'État seul peut entreprendre et mener à bonne fin.

Mais la conservation des montagnes ne dépend pas uniquement de ce premier résultat, il faut encore, pour l'assurer définitivement, prévenir la formation de torrents nouveaux. Tout le monde est d'accord à ce sujet, et il est admis que le gazonnement uni au reboisement permet d'obtenir ce second terme de la régénération des montagnes.

L'État cependant ne peut substituer partout et quand même son action à celle des communes et des particuliers, et c'est à ces deux catégories de propriétaires que doit incomber cette partie de la besogne au moyen des travaux facultatifs.

On ne peut se dissimuler, dès lors, que la création de grands massifs forestiers ne résultera pas rapidement, surtout au début, de l'initiative de ces deux détenteurs du sol, dont la préoccupation au sujet des améliorations à tenter consistera principalement dans les produits du pâturage. Les travaux entrepris seront donc surtout des gazonnements avec un mélange plus ou moins intime du reboisement, qui ne s'appliquera qu'aux uniques parcelles impropres à la production du gazon sans l'abri du bois ou placées dans des déclivités telles que le maintien du sol nécessite l'intervention des arbres. Ces conditions, qui se retrouvent sur tous les versants, même sur les montagnes pastorales, impliquent un genre de travail qui aura pour résultat la formation de sortes de *prés-bois*.

D'autre part, plus les progrès de la civilisation moderne pénétreront dans les montagnes, surtout sous la forme de bonnes voies de communication, plus la forêt, s'imposant comme une avantageuse mise en valeur du sol, replacera le pâturage dans

ses vraies limites naturelles et dans ses conditions normales.

On peut donc espérer que, dans un avenir peu éloigné, communes et particuliers, entraînés peu à peu par l'exemple du succès obtenu par l'État, se décideront à développer les travaux facultatifs qui forment leur complément nécessaire. Cette vaste amélioration demandera évidemment du temps et ne s'opérera que successivement; mais heureusement, elle est moins urgente; elle sera peu coûteuse et les résultats obtenus par les premiers pionniers de cette voie nouvelle ne tarderont pas à secouer l'inertie de ceux qui seront restés en arrière.

A l'État donc, la charge des grands travaux d'utilité publique de premier ordre, consistant dans l'extinction des torrents en activité (*dangers imminents*) et impliquant dès lors pour lui la propriété inaliénable du sol afin d'assurer la perpétuité des résultats.

A lui seul, dès lors, les travaux *obligatoires*.

Aux départements, aux communes, aux établissements publics et aux particuliers, le soin de régénérer peu à peu leurs montagnes dénudées, afin de conserver leurs pâturages et de les améliorer avec des subventions de l'État.

De là, les travaux *facultatifs*.

Les périmètres obligatoires formeront donc dans les montagnes une sorte de système de défenses de premier ordre placées aux points les plus dangereux.

Dans leurs intervalles, les forêts actuelles et celles que ne manquera pas de créer l'entraînement de l'exemple et de l'intérêt privé bien entendu, composeront une seconde ligne de défenses à l'abri desquelles la régénération des montagnes et l'amélioration des pâturages s'accompliront paisiblement et efficacement pour le salut des vallées et le plus grand bénéfice du pays.

NOTES

NOTE A

(Citée à la page 36.)

Note de M. Schlumberger, Garde général des Forêts, sur la Lave descendue, le 13 Août 1876, dans le Torrent de Faucon, près Barcelonnette (Basses-Alpes).

I

Il se passe souvent plusieurs années sans qu'il éclate un fort orage dans la vallée de Barcelonnette, cette terre classique des torrents, et si les dégâts causés sont considérables, ils ne se reproduisent heureusement qu'à des intervalles assez éloignés. Mais il est des années qui semblent prédestinées pour cela, et, pendant plusieurs semaines, des orages d'une extrême violence s'y succèdent alors presque journellement, éclatant tantôt d'un côté, tantôt d'un autre.

Depuis le trop célèbre été de 1868, tous les redoutables torrents qui entourent Barcelonnette semblaient presque inoffensifs, et il a fallu les pluies de 1876 pour les faire sortir de leur sommeil de huit années. Presque tous les jours, depuis le 8 jusqu'au 20 août, le ciel, serein pendant la matinée, se chargeait brusquement de nuages après midi, et l'orage éclatait avec une incroyable violence, se déchaînant sur un point quelconque de la vallée, sans que le plus souvent il tombât une goutte d'eau sur d'autres points assez rapprochés. Ces orages suivaient toujours les lignes de crêtes, étaient accompagnés de grêle dans les régions supérieures, et c'est sur les parties les plus élevées qu'il tombait le plus d'eau, comme l'ont démontré les nombreuses expériences faites dans les bassins de réception des différents torrents.

Cette grande quantité de pluie tombant en un temps très court, sur ces versants dénudés et escarpés, s'écoule en grande masse par le torrent ordinairement presque à sec, entraîne tous les matériaux qui s'y trouvent accumulés, affouille le lit, ronge les berges, provoque d'immenses glissements de terrains et amène toutes ces déjections dans la vallée, donnant ainsi naissance à ce que, dans le pays, on appelle du nom pittoresque de *lave*.

Ce phénomène s'est produit en 1876 dans la plupart de nos grands torrents. Sans parler des orages moins violents du mois de juillet, on a pu voir de très fortes laves :

Le 8 août, aux Sanières;

Le 10 août, à la Grande-Combe;

Le 13 août, aux Sanières, à Faucon, à la Bérarde, aux Thuiles, etc.

Témoin de celle descendue le dimanche 13 août, dans le torrent de Faucon, je vais chercher à décrire le phénomène, tel que j'ai pu l'observer.

Mais, avant cela, il convient de donner un court aperçu de ce qu'est le torrent de Faucon.

II

Le torrent de Faucon, affluent de droite de l'Ubaye, est situé tout entier sur le territoire de la commune de Faucon, canton et arrondissement de Barcelonnette.

Le bassin de réception de ce torrent est formé de terrains possédés presque tous par la commune de Faucon. Ils sont compris dans le périmètre de reboisement obligatoire de Faucon, décrété d'utilité publique en 1863, et occupent une surface de 300 hectares environ, non compris 160 hectares de terrains particuliers, champs et pâtures, qui ne sont point dans le périmètre. Tout ce versant est exposé en plein sud.

Les terrains supérieurs, entre 3,000 et 1,700 mètres d'altitude, sont formés d'un sous-sol de schistes ardoisiers assez durs, d'origine tertiaire, et connus des géologues sous le nom de flysh. Ces versants sont presque entièrement dépourvus de végétation dans les parties les plus élevées, où la roche est souvent à nu et la pente toujours très raide (de 50 à 120 pour 100).

A partir de 2,400 mètres d'altitude, la pente diminue et la roche est couverte par les débris des rochers descendus d'en haut, qui, par leur désagrégation, ont formé de la terre végétale. Les gazons

naturels et artificiels s'y développent peu à peu par suite de la mise en défends et des semis de fourragères qu'on y a faits depuis la création du périmètre.

Dans le canal d'écoulement, qui va de 1,700 à 1,300 mètres d'altitude environ, le torrent passe au milieu de terrains noirs schisteux d'origine jurassique, et de matériaux d'éboulements sans consistance, formés de terre et de pierres de toutes grosseurs ; les berges, qui sur certains points atteignent une hauteur de 80 et même de 100 mètres, sont le plus souvent complètement dénudées et entaillées de nombreux ravins secondaires. Dans ces parties, où sa pente varie de 20 à 36 pour 100, le torrent affouille son thalweg à chaque crue et détermine alors d'immenses glissements de terrains qui s'étendent des deux côtés du ravin, sur une longueur de près de 2 kilomètres.

Ensuite le torrent, qui jusque-là descendait presque directement du nord au sud en suivant la ligne de plus grande pente de la montagne, tourne brusquement vers l'est, encaissé dans un lit profond de 8 mètres environ, creusé dans des dépôts anciens. Que le canal, large de 25 mètres, vienne à se boucher par suite de l'arrêt d'un gros bloc, et le torrent se dirigera en ligne droite sur les cultures et le village de Faucon, qui, protégés seulement par une faible digue, se trouvent ainsi toujours menacés.

Enfin le torrent vient s'étendre sur son cône de déjections pour tomber ensuite dans l'Ubaye, à 4 kilomètres en amont de Barcelonnette.

Ce cône de déjections forme un immense triangle de 1,800 mètres de base et de 1,400 mètres de hauteur, soit d'une surface de 130 hectares environ, sur laquelle sont bâtis le village de Faucon et le hameau du Chastelaret : 60 hectares environ sont à l'état de graviers incultes ; le reste consiste en champs, en prés, en oseraies qui forment la plus grande partie du territoire cultivable de la commune.

La route nationale n° 100 traverse ce cône sur une longueur de plus d'un kilomètre et se trouve recouverte de déjections à chaque orage, ce qui rend la circulation très difficile et les réparations très coûteuses.

III

La grandeur de ce cône de déjections montre combien le torrent a dû être terrible jadis ; mais il faut sans doute remonter bien loin

pour se reporter à l'époque où ces laves formidables sont descendues, et c'est probablement pendant les temps anté-historiques que se sont formées ces vastes déjections, sur lesquelles est bâti le village de Faucon, alors que la période glaciaire finissant, la nature n'avait pas encore pu boiser les vastes terrains où le torrent prend naissance.

Mais si l'on revient à des temps plus récents, tout paraît démontrer que le torrent a traversé une longue période de calme et n'est rentré dans sa phase de grande activité que depuis peu d'années. Ce n'est pas, en effet, un endroit aussi dangereux qu'on eût choisi pour construire les maisons de Faucon et du Chastelaret, qui sont aujourd'hui directement menacées par le torrent et peuvent d'un jour à l'autre être englouties sous la lave.

Du reste, les habitants gardent encore le souvenir de ce qui se passait il y a peu de temps dans la commune. Il y a cinquante années à peine, disent-ils, ce torrent, maintenant si redoutable, était presque inoffensif. Jamais lave ne descendait de la montagne. Le torrent débitait des eaux claires dans un lit étroit, situé à gauche de celui qu'il suit maintenant. Jamais il ne divaguait, et, pour garantir les champs qui s'étendaient sur ses rives, les digues étaient inutiles : on se contentait de rejeter les gros matériaux sur les bords du cours d'eau pour garantir les propriétés voisines.

Depuis, les crues sont devenues de plus en plus fréquentes, les cultures riveraines ont été ensevelies sous les déjections, et ce qui jadis était riche et fertile n'est plus que graviers stériles. De hautes digues sont à peine suffisantes pour garantir les quelques champs qui jusqu'ici ont échappé au désastre et se trouvent de plus en plus menacés.

Comment expliquer cette reprise dans l'activité d'un torrent jadis terrible, mais éteint depuis de longs siècles, sinon par la disparition toujours croissante de la végétation forestière d'abord, herbacée ensuite, dans son bassin de réception? Les habitants ne se sont pas contentés en effet de détruire les antiques forêts qui jadis s'étendaient sur toute la montagne. Ils ont ruiné les pâturages qui leur avaient survécu, qui pouvaient encore suffire pour empêcher le mal, mais qui seraient absolument insuffisants à l'arrêter aujourd'hui. La dent et le pied des moutons conduits en nombre énorme ont fait tout disparaître et l'on ne retrouve plus maintenant que pierres et terres dénudées, là où jadis se trouvaient de beaux pâturages.

IV

C'était un dimanche, le 13 août 1876 ; la matinée avait été superbe et le ciel d'une pureté remarquable, malgré les orages des jours précédents. Mais, dès midi, les nuages commencent à se montrer à l'horizon ; ils s'amoncellent rapidement dans la partie haute de la vallée entre Jausiers et la Condamine. Cependant la chaleur est accablante et pas un souffle de vent n'agite l'air. Vers 2 heures, les nuages deviennent plus épais et prennent une teinte d'un noir jaunâtre caractéristique : ils cachent les montagnes de Jausiers, et leur masse sombre s'avance rapidement, en suivant la crête des Sanières. Aussitôt l'orage éclate avec furie ; les éclairs sillonnent le ciel, le tonnerre gronde et le vent s'élève, entraînant avec lui l'orage qui vient s'abattre au-dessus de Faucon. On ne voit plus la montagne de ce côté. Il est 3 heures, et, tandis qu'il ne tombe que quelques gouttes d'eau dans la vallée, tandis que le ciel reste serein vers le sud, du côté d'Enchastrayes, tout semble indiquer que la pluie tombe avec une extrême violence dans la montagne.

A 3 heures et demie, tout est fini de ce côté : l'orage a suivi, comme d'ordinaire, la ligne de faîte nord de la vallée, et, descendant toujours, il tombe avec furie à la Bérarde, aux Thuiles, et ne se termine qu'en aval d'Ubaye, en arrivant sur la Durance.

V

J'avais quitté Barcelonnette à 2 heures et demie, au moment où l'orage arrivait sur le bassin de réception du torrent de Faucon. Il tombait quelques gouttes d'eau seulement dans la vallée ; mais tout faisait présumer que la pluie était d'une violence extrême dans la montagne. Arrivé à Faucon, je monte sur le cône de déjection. L'orage avait cessé dans le bassin de réception et déjà l'on apercevait la cime des montagnes légèrement blanchie par la grêle. Cependant j'avance toujours et, arrivé au sommet du cône, au goulot du torrent, j'aperçois une lave formidable qui descend majestueusement la montagne.

A mes pieds, le lit du torrent, profond de 8 mètres environ et large de 25 mètres, est presque à sec, malgré l'orage. Mais regardant en amont, dans la direction des chutes qui se trouvent en cet endroit, je vois une immense masse noire qui s'avance comme un

mur et presque sans bruit, descendant le lit du torrent. C'était la lave qui venait de la montagne, et qu'il m'était donné d'observer dans toute son intensité.

Cette lave, qui coulait rapidement quand la pente du torrent était forte, arrive bientôt à mes pieds, descendant sur une pente de 12 pour 100 tout au plus. Sa vitesse est aussitôt ralentie, et bientôt elle n'est plus que de $1^{m},50$ par seconde.

C'est un amalgame de terre et de blocs de toutes grosseurs, ayant à peine la fluidité du béton. En avant, à moitié prise dans cette boue très épaisse, une avant-garde de gros blocs cubant parfois jusqu'à 5 et 6 mètres semble poussée par la lave. Ces rochers, qui sont entraînés pendant quelques minutes, sont engloutis dans le chaos qui les suit dès qu'ils trouvent un obstacle qui les arrête. Ils sont alors remplacés par d'autres qui sont poussés et bientôt engloutis à leur tour.

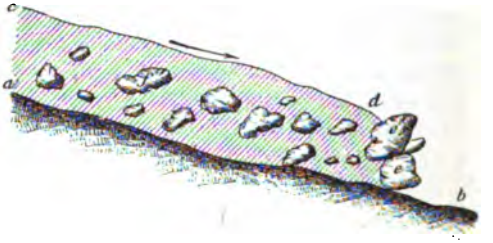


Fig. 83. — Profil en long de la Lave avec blocs en avant.

a, *b*. Profil du torrent.
c, *d*. Profil de la lave.
e. Blocs en avant.
f. Blocs plongés dans la lave.

Toute cette masse n'est point animée d'une vitesse uniforme. Tantôt le mouvement est assez rapide, tantôt il est au contraire extrêmement lent, et à certains moments même tout semble immobile. Au moindre obstacle, les blocs qui sont en avant, trouvant une résistance à vaincre, par suite de l'inégalité du lit ou d'une diminution de la pente, s'arrêtent brusquement. S'ils forment une masse suffisante, tous les matériaux qui suivent immédiatement sont arrêtés par ces barrages momentanés. Cependant le courant pousse toujours et le niveau de la lave peut alors s'élever à une grande hauteur (jusqu'à 7 mètres au-dessus du fond du lit). Mais bientôt les matériaux franchissent l'obstacle qui les arrêtait, soit qu'ils aient passé par-dessus, soit qu'ils l'aient fait céder à la pression formidable qu'il supportait. Alors la vitesse s'accélère de nouveau et toute la masse se remet en mouvement pour s'arrêter encore.

Une fois l'avant-garde de gros blocs passée, la lave descend le canal avec une vitesse assez régulière. C'est une masse de couleur noire, à peine fluide ; sa surface semble uniquement formée de terre mélangée d'eau et présente très peu de saillies extérieures, malgré les matériaux énormes qu'elle renferme ; on dirait un fleuve de boue. Ce n'est que par moments que les gros blocs signalent leur présence au milieu de cette lave et se dressent un instant comme des tours

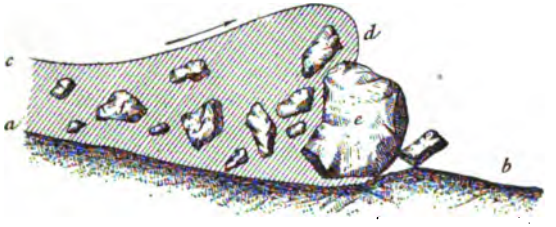


Fig. 84. — Profil en long de la Lave avec Barrage momentané.

a, *b*. Profil du lit du torrent. *e*. Blocs en avant formant barrage.
c, *d*. Profil de la lave. *f*. Blocs plongés dans la lave.

au-dessus du flux boueux pour s'y engloutir bientôt après, alors qu'ils ont franchi l'obstacle qui les forçait de s'élever ainsi par-dessus la lave.

Cette lave descendait ainsi avec une hauteur moyenne de 4 mètres ;

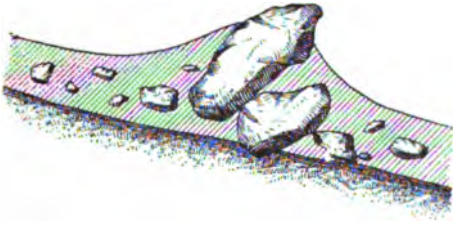


Fig. 85. — Blocs s'élevant au-dessus de la Lave.

son profil en long était en général parallèle au lit du torrent : elle s'élevait seulement quand elle rencontrait un obstacle momentané. Le profil en travers était toujours très convexe vers le ciel, quand la lave montait, et légèrement concave, quand elle diminuait. Cette forme s'explique facilement par le frottement ou l'adhérenee qu'éprouve la lave au contact des berges du torrent quand son niveau monte ou descend.

C'est ainsi que la lave épaisse descendit pendant vingt minutes environ. On n'entendait presque aucun bruit, seulement, de temps

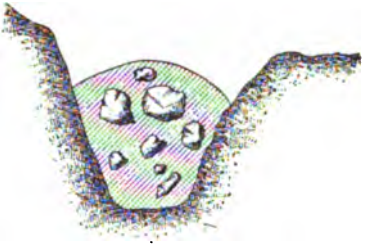


Fig. 86. — Profil en travers.
Lave montante.

Fig. 87. — Profil en travers.
Lave descendante.

en temps, le son strident d'un rocher frottant contre la berge ou contre un autre rocher.

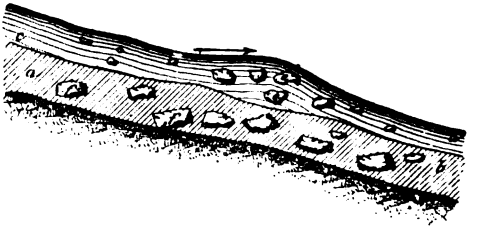


Fig. 88. — Flux d'eau passant sur la Lave.

a, *b*. Lave.
c, *d*. Eau.
e. Blocs entraînés par l'eau.
f. Blocs entraînés par la lave.

Cependant cette lave devient de plus en plus liquide et dès lors animée d'une vitesse toujours croissante. Bientôt l'eau arrive en

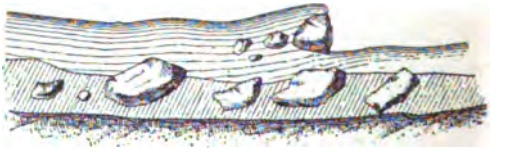


Fig. 89. — Flux d'eau avec blocs passant sur la Lave.

grande abondance; elle coule comme un ruisseau furieux sur la lave qui elle-même marche encore lentement. Alors le bruit commence; l'eau, arrivant avec une grande force, forme des lames qui attei-

gnent jusqu'à 2 mètres de hauteur et avancent avec le courant qu'elles suivent. Elles entraînent ainsi des blocs assez gros qui souvent paraissent à la surface, s'entre-choquent sans cesse et font un épouvantable fracas. Mais l'eau rejoint bientôt la lave épaisse qui est en avant et lui donne une nouvelle poussée.

Enfin, quand tout est balayé par devant, l'eau devient presque claire. Elle coule alors par-dessus la lave qui restait au fond du lit, et, devenue affouillante, se creuse un passage au milieu des débris.

On ne voit plus alors que quelques traces des matériaux entraînés qui sont restées adhérentes à la berge et témoignent seules de la hauteur à laquelle la lave est montée. L'eau a nettoyé le lit du torrent et les matériaux ont été entraînés plus loin.

Tel est le phénomène que j'ai observé dans le canal d'écoulement du torrent. Voyons maintenant ce qui s'est produit sur le cône de déjections proprement dit, où j'ai suivi pas à pas la marche de la lave.

La lave, qui se trouvait resserrée dans un canal profond, trouve tout à coup de l'espace pour s'étendre sur ce grand cône de déjections. Elle s'épanouit sur une grande largeur avec une épaisseur bien moindre et diminue par conséquent beaucoup de vitesse. Les plus gros blocs, qui se trouvaient cachés dans la lave, touchent maintenant le fond du gravier et sont peu à peu arrêtés, tandis que quelques-uns, plus petits, continuent leur marche en tournant et se montrent de temps en temps au-dessus de la boue. Quelquefois des blocs d'assez grandes dimensions sont soulevés au-dessus de la lave ; souvent on les voit flotter quelque temps sur elle, nageant comme des morceaux de bois.

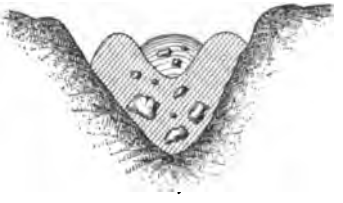


Fig. 90. — Profil en travers de l'Eau passant sur la Lave.

Sur certains points, au moment de la plus grande hauteur de la lave, une digue située sur la rive droite est franchie par une boue heureusement très épaisse et à peine fluide ; sur d'autres points, la digue suffit à les arrêter et l'épaisseur de la boue est telle qu'elle forme un bourrelet de 10 et 20 centimètres au-dessus du couronnement de cette digue. Pourtant les cultures sont très menacées par derrière. Encore quelques instants comme cela, et le torrent va envahir les champs. Heureusement l'eau arrive à temps et, se creusant un passage au milieu de la lave, elle coule en ligne droite et fait baisser le niveau de cette boue. Les champs sont sauvés.

Poussée par derrière, la lave continue de marcher tantôt en ligne

droite, tantôt par côté, sur la pente du cône. Elle forme des boursouflures, s'arrête sur certains points pour divaguer ailleurs. Puis elle arrive dans une oseraie naturelle ; là, elle marche sur une hauteur de 2 mètres et une largeur de 40 mètres environ, mais avec une vitesse très faible (30 centimètres par seconde). Les arbres les plus faibles sont renversés par terre dès qu'ils sont atteints par cette masse noire : ils disparaissent engloutis dans la boue ; les plus forts résistent et sont seulement ébranlés par le choc des blocs qui viennent se heurter contre leur pied.

La vitesse de la boue devient de plus en plus faible et elle n'aurait point tardé à s'arrêter complètement, quand l'eau arrive avec un bruit épouvantable et une vitesse de 3 à 4 mètres par seconde. Elle domine la lave étendue en grande nappe sur le cône, forme des vagues de 1 mètre de hauteur au moins et entraîne souvent des blocs d'assez grandes dimensions, coulant presque toujours en ligne droite et se creusant bientôt un canal dans la boue qu'elle affouille.

Elle arrive bientôt à la passerelle de la route nationale, qui n'a qu'un faible débouché. Pendant un instant, toute l'eau passe dessous ; mais bientôt cette eau s'épaissit de nouveau, entraîne de gros blocs qui sont arrêtés sous le pont, sans qu'on les ait vus arriver. Le niveau augmente immédiatement et, en un instant, toute l'eau, redevenue lave, passe sur la route, enlève la main courante de la passerelle et continue son chemin jusqu'à l'Ubaye. Enfin, elle redevient de plus en plus claire, se creuse un nouveau lit dans la lave et tout reprend son cours habituel.

Telle est la description de ce que j'ai observé dans le canal et sur le cône de déjections du torrent. Voyons maintenant ce qui se passait pendant ce temps dans le bassin de réception :

Il résulte d'observations faites avec des pluviomètres situés à diverses altitudes dans le bassin de réception du torrent de Faucon qu'il est tombé beaucoup plus d'eau dans la région supérieure que dans la partie inférieure.

L'eau tombant sur la partie nue du bassin de réception a dû s'écouler presque toute et une très faible partie seulement être absorbée par le sol. Elle a entraîné toutes les pierres qui se trouvaient dans toute la région supérieure, il n'a coulé que de l'eau avec un certain nombre de pierrailles et une grande quantité de sable, comme l'ont démontré les amas de gravier qu'on y rencontre. La lave n'était pas encore formée, et c'est plus bas seulement, dans les terres noires, qu'elle s'est constituée. L'eau, descendant avec une extrême rapidité dans ces terrains sans consistance, entraînait tout ce qu'elle trouvait sur son passage, terre et blocs. De nombreux glissements se sont

produits, donnant au torrent des milliers de mètres cubes de terre sèche qui, mélangés avec un peu d'eau et poussés par la pression de derrière, se sont mis alors en mouvement et, une fois arrivés en bas, ont donné naissance au phénomène que nous avons décrit.

Ce qui prouve que la lave provenait en majeure partie de matériaux pris dans la région inférieure, c'est qu'elle était complètement noire et qu'on n'y rencontrait point de terre jaunâtre.

Ce qui prouve qu'elle a eu pour cause la grande quantité d'eau tombée dans la région supérieure, c'est qu'un des affluents du torrent de Faucon, le ravin de Bouzoulières, qui prend sa source à 1,700 mètres d'altitude seulement, n'a donné que des eaux claires, malgré l'état assez ruiné de ses berges et de son bassin de réception.

Il est un fait facile à constater, c'est que, plus il y a longtemps qu'un torrent n'a pas donné de lave, plus terrible il sera au jour d'orage. On peut expliquer cela, en songeant que tous les matériaux descendus des berges ou entraînés d'en haut par les petites crues se trouvent accumulés pendant plusieurs années dans le lit du torrent, qui se trouve alors rempli de blocs et de pierrailles qui sont entraînés en masse au premier grand orage.

C'est précisément le cas dans le torrent qui nous occupe. Depuis 1868, aucune grande lave n'était descendue de ce torrent. Son lit et ses berges se trouvaient garnis de matériaux instables qui n'avaient point encore pu être fixés par la végétation à laquelle il faut nécessairement un temps de calme beaucoup plus long pour s'installer, surtout dans un climat aussi froid et aussi sec que celui des Basses-Alpes.

Après l'orage, au contraire, le lit du torrent a été complètement nettoyé. Tous les matériaux qui, avant la crue, encombraient le thalweg ont disparu et sont allés sur le cône de déjections. Et l'on peut affirmer que si un second orage était venu après celui du 13 août, quelle qu'eût été la force de la pluie, les matériaux seraient descendus en beaucoup moindre quantité.

La lave épanouie sur le cône était molle au début, et l'on ne pouvait s'y promener sans enfoncer. Mais après quelques jours elle s'est durcie et est devenue comme un bon mortier qui aurait fait prise.

Elle s'est alors abaissée de $\frac{1}{4}$ environ de sa hauteur, et les gros matériaux qu'on n'y voyait point au début sortent maintenant sur beaucoup de points, ce qui nous a permis de nous rendre compte de leurs dimensions souvent formidables.

En amont de la route nationale, au milieu de la lave épaisse qui commençait à s'épanouir sur le cône, se sont arrêtés les premiers gros blocs. On en rencontre qui cubent jusqu'à 15 mètres ; la moyenne

varie de 1 à 4 mètres cubes environ et l'on ne trouve en cet endroit aucun triage de matériaux. C'est le transport chaotique véritable.

Plus bas, l'eau a dépassé la lave épaisse, qui en est devenue beaucoup plus fluide. On commence alors à trouver un certain triage dans les matériaux. Deux ou trois gros blocs de 4 et 5 mètres cubes se sont arrêtés sous la passerelle de la route ; les autres matériaux, qui étaient plus petits, sont entraînés plus bas. Ce sont au maximum des blocs de 1 mètre cube. Plus bas encore, on ne rencontre plus que des pierres de 5 décimètres cubes, et enfin il n'y a plus que des matériaux de 3 et 2 décimètres qui ont pu être entraînés jusque dans l'Ubaye. C'est qu'en cet endroit la lave était très liquide, et les matériaux déposés suivaient alors la plupart des lois qu'on observe dans le triage fait par les rivières ; le transport chaotique ne jouait plus qu'un rôle secondaire.

VI

Un fait très curieux pendant l'orage du 13 août, c'est que, tandis qu'il avait éclaté avec presque autant de force au Bourget et aux Sanières qu'à Faucon, il est descendu une petite lave aux Sanières et aucune au Bourget, où l'eau est demeurée claire ; le torrent n'a même point atterri les grands barrages de 1875.

Et cependant les bassins de réception des deux torrents étaient contigus ; autrefois, quand un de ces torrents donnait naissance à une lave, il en était toujours de même dans les deux autres (témoin 1868).

Ce n'est donc qu'aux travaux faits dans les torrents du Bourget et des Sanières qu'il faut attribuer ce résultat. C'est qu'en effet ces torrents sont presque complètement traités. Tous les grands barrages y sont terminés ; le bassin de réception est entièrement planté, et la plupart des ravins secondaires sont également barrés. Il n'y a plus dès lors de lave possible et l'on peut affirmer que, quelle que soit la violence d'un orage, il ne pourra plus donner naissance à des phénomènes torrentiels comme ceux de 1868.

VII

Les quantités d'eau tombée dans le torrent de Faucon, ainsi qu'il résulte des pluviomètres qu'on y avait établis, ont été les suivantes :

N° 1. A 1,200 mètres d'altitude	12mm,6	Surface 200 hectares.
N° 2. A 1,800 —	15 ,4	— 160 —
N° 3. A 2,300 —	42 ,2	— 100 —

	Eau tombée.	Coefficient d'écoulement [1].	Eau écoulée.
N° 1.	42,200 mètres cubes.	$\frac{9}{10}$	37,980 mètres cubes.
N° 2.	24,640 —	$\frac{5}{10}$	12,320 —
N° 3.	25,200 —	$\frac{6}{10}$	15,040 —
	92,040 mètres cubes.		65,340 mètres cubes.

Il est donc descendu environ 65,000 mètres cubes d'eau.

Or il résulte d'un calcul approximatif [2] qu'il est descendu une lave d'environ 234,000 mètres cubes, soit :

169,000 mètres cubes de matériaux solides,
65,000 mètres cubes d'eau pure,

soit $\frac{1}{4}$ d'eau et $\frac{3}{4}$ de matériaux.

Or il est resté sur le cône de déjections environ 110,000 mètres cubes de matériaux [3] ; il en est donc descendu dans l'Ubaye 60,000 environ.

Si l'on songe que le bassin de réception du torrent est de 460 hectares environ, il en résulte que les 169,000 mètres cubes de matière solide descendus représentent une couche uniforme de 37 millimètres environ.

On peut en conclure combien peu de temps il faudrait maintenant pour que toute la montagne fût emportée, et combien grands pour les régions basses seraient les désastres, si l'on n'y portait bientôt remède.

1. — C'est-à-dire rapport de l'eau tombée à l'eau qui n'a pas été absorbée par le sol, qui a par conséquent coulé par le torrent.

2. — Le calcul a été fait comme il suit : surface du goulot du torrent : 130 mètres carrés. — Vitesse de la lave : 1m,5. — Temps de l'écoulement : 20 minutes. — Volume de la lave : 130 × 15 × 20 × 60 = 234,000 mètres cubes.

3. — Résultat du cubage direct par les profils en travers.

NOTE B

(Citée aux pages 75 et 112.)

Observations sur le grand Éboulement et les Laves qui ont eu lieu dans le Torrent de Riou-Chanal (Basses-Alpes), en 1873 et 1876.
(*de Gayffier,* Pl. 3.)

Le torrent de Riou-Chanal, situé sur le territoire de la commune d'Uvernet, arrondissement de Barcelonnette, est un torrent *composé* qui se jette dans le grand torrent du Bachelard, à 2 kilomètres en amont de son confluent avec l'Ubaye, affluent de la Durance. Son origine est située à 2,682 mètres d'altitude et son confluent dans le Bachelard à 1,180 mètres, soit une différence de niveau de 1,502 mètres, pour un parcours de 4 kilomètres en projection horizontale, ce qui détermine une pente moyenne de 37 centimètres par mètre.

Le périmètre de reboisement, déclaré en 1863 d'utilité publique en vue de l'extinction de ce redoutable torrent, comprend d'anciennes propriétés particulières qui, expropriées en 1866, renfermaient des parcelles occupées par une belle prairie fauchable entourée de tous côtés par des terres noires à pentes excessives et fortement ravinées.

Le sol de ces prairies est formé par un immense amas de débris des roches supérieures (le flysh), mêlés à des détritus de terres noires et à d'anciennes boues glaciaires.

Pendant la période de 1867 à 1872, tous les ravins environnants avaient fait l'objet de travaux de correction; leurs berges avaient été recouvertes de végétation, la prairie elle-même avait été plantée de mélèzes convenablement espacés, et l'on pouvait espérer qu'au bout de peu d'années l'une des principales sources de déjections du torrent serait supprimée.

Mais, dans l'hiver de 1872 à 1873, cette partie du périmètre, en forme de cirque ou de grande combe, se trouva, à la suite de neiges tout à fait extraordinaires, totalement remplie, à tel point que, mal-

gré sa profondeur, la combe ne présentait plus aucune dénivellation et offrait l'aspect d'un plan incliné uniforme.

Dans les premiers jours de juin 1873, les vents chauds commencèrent la fonte de cet immense amas de neige, qui eut pour résultat de saturer le sous-sol non stratifié et de le réduire à l'état de boue. A la suite de ce ramollissement, il se produisit un immense effondrement, dû au glissement des boues sur le plan très incliné que détermine la roche imperméable composée de marnes noires du lias, et représenté par la figure 91.

Aussitôt qu'il fut possible d'y pénétrer sans danger, on commença par assécher les boues demeurées à l'aval de la combe en ouvrant une série de boyaux d'écoulement pour les eaux, et à l'automne on planta leur surface avec des myriades de fortes boutures de saule; en 1874, au retour de la belle saison, on construisit à l'aval de la combe, à son goulot, un fort barrage en maçonnerie mixte avec contre-barrage (marqués sur la même figure), dans le but d'empêcher tout creusement du lit à ce goulot, de conserver ainsi dans le sein de la montagne les immenses débris situés à son amont et d'empêcher une débâcle qui aurait pu compromettre l'existence même du village d'Uvernet, situé au débouché du torrent, sur son cône de déjections.

L'emplacement de ce barrage était très favorable, car il s'appuyait de tous côtés sur la roche solide.

Aucun accident ne se manifesta pendant les années 1874 et 1875; mais, en 1876, à la suite de neiges très abondantes, une seconde débâcle se produisit, sans renouveler cependant, pour le village et les régions inférieures, les dangers qu'avait provoqués celle de 1873.

On peut, à juste raison, attribuer à la construction du barrage cet heureux résultat, pour l'appréciation duquel nous donnons ci-après une note dressée par M. Sardi, garde général adjoint, qui a été témoin de la débâcle et en a noté avec un soin scrupuleux toutes les péripéties. Cette note intéressante fera ressortir le rôle des barrages, l'importance de leur construction en mortier hydraulique, au moins sur le parement d'aval, et la force de résistance qu'on peut espérer de pareils ouvrages.

Observations faites le 12 Mai 1876, sur l'Éboulement de Riou-Chanal, par M. Sardi, Garde général adjoint des Forêts, à Barcelonnette.

Le vendredi 12 mai 1876, l'éboulement qui s'était manifesté en 1873, et qui paraissait être assis définitivement, a repris son mouvement.

Les jours précédents, un tassement s'était opéré par suite de la fonte des neiges, mais on n'avait constaté aucun symptôme de glissement, qui n'a évidemment commencé que lorsque les eaux, après avoir détrempé et saturé les terres, sont parvenues à la roche schisteuse ardoisée, dont la surface plane et lisse est inclinée à plus de 50 degrés, ainsi qu'on le voit au sommet de l'éboulement où elle se trouve à nu.

Parti à 1 heure de Barcelonnette, je n'arrive que vers 4 heures seulement au barrage, à cause de la neige qui atteint parfois $1^{m},20$ sur tout le versant qui entoure l'écoulement. Je ne songeais point à un glissement, je voulais seulement observer l'affaissement signalé la veille par le brigadier Allard, et m'assurer du bon état du barrage. Je constate immédiatement : que les terres descendues s'accumulent en face d'un plateau gazonné, qui peut être envahi si les eaux ne parviennent pas à déboucher le goulot qui se trouve obstrué; que les matériaux en mouvement forment une masse qui surplombe le barrage sur une hauteur de 6 mètres; que le profil en travers atteint le niveau des berges, et que le barrage présente l'aspect de la figure 92.

(4 heures.) Les pierres de taille du couronnement, du côté de la berge droite, s'ébranlent sur une longueur de 3 mètres environ; (4^{h} 5^{m}) elles font une saillie de 10 centimètres sur la maçonnerie du barrage, on les voit se relever et s'ouvrir; (4^{h} 10^{m}) elles tombent, ainsi qu'une partie de la maçonnerie qui les supporte, laissant à découvert un bloc de calcaire dur, cubant au moins 10 mètres, qui glisse instantanément à travers la brèche. Ce bloc, accroché par une de ses aspérités à la maçonnerie du couronnement, avait soulevé, écarté et jeté ces pierres de taille en aval du barrage. C'est ainsi que s'est produit leur mouvement et qu'elles ont été pour ainsi dire arrachées de bas en haut sans que la voûte ait cédé à la pression. La brèche, peu haute, prend la forme indiquée par la figure 93.

L'aile gauche résiste bien; la masse de l'éboulement continue à franchir le barrage par tranches de 80 à 100 mètres cubes qui se détachent et, tournant autour de l'arête du couronnement comme charnière, tombent en entier à l'aval du barrage qui disparaît complètement sous leur masse.

La figure 94 indique de quelle manière s'opèrent ces sortes d'arrachements successifs.

Les terres sont d'abord inclinées à 150 pour 100 suivant la ligne AB, puis prennent la position CD, enfin la position EF au moment de la rupture; toute la masse ABEF tombe en bloc, suivant la forme GH, dépasse en partie le contre-barrage et forme le nouveau profil en

Fig. 91. — Grand Éboulement survenu en 1873 dans le Perimètre de Riou-Chanal (Basses-Alpes).

long IK, qui, pendant que la ligne AB reprend la position EF, s'écoule lentement. De $4^h\ 15^m$ à $4^h\ 35^m$, ce mouvement s'est produit deux fois par intervalles égaux; à cette heure, je suis obligé d'aller m'abriter

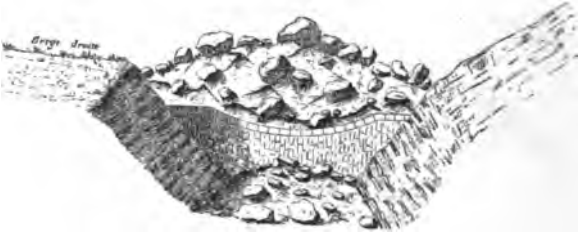


Fig. 92. — Aspect de la Lave sur le Barrage.

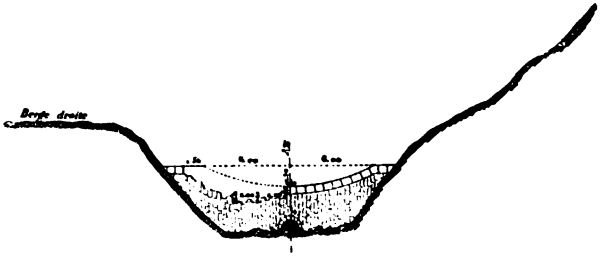


Fig. 93. — Brèche ouverte dans le Barrage.

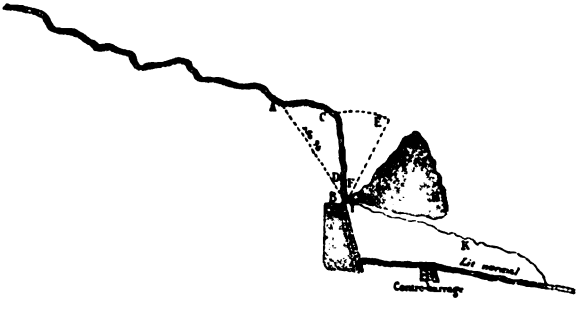


Fig. 94. — Marche de la Lave.

à la baraque; un orage éclate, la grêle tombe en abondance, je crains d'être cerné. A 5 heures et demie, je retourne au barrage, dont le couronnement s'aperçoit; la brèche est la même, le barrage

résiste admirablement malgré la chute de blocs cubant au moins 30 mètres, dont l'un a cassé une pierre de taille en deux sans ébranler la partie restante. A 6 heures et demie, le glissement suit toujours la même loi, le contre-barrage est intact. Je rentre à Barcelonnette.

Samedi 13 mai, 7 heures et demie du matin : Le profil en long s'est modifié suivant la ligne *mn* de la figure 95. Jusqu'à midi le glissement s'opère très rapidement; le profil à cette heure est à peu près celui de la ligne *op* (fig. 95). Dans cet écoulement, nous avons vu passer successivement sur le barrage, qui résiste comme la veille, des blocs de pierre de 10, 20 et 30 mètres cubes, en assez grande

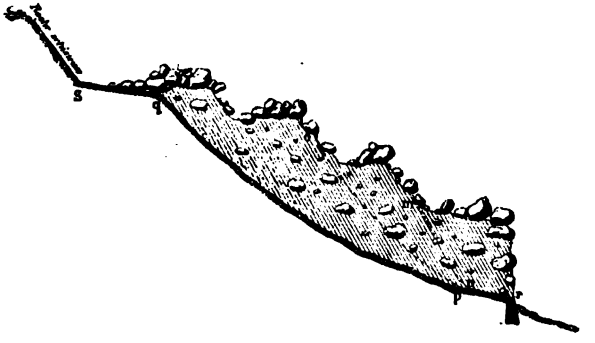


Fig. 95. — Profils en long successifs.

quantité, et un bloc de glace cubant 100 mètres au moins. Tous ces blocs étaient emportés comme des plumes par les laves successives qui se produisaient au fur et à mesure que l'eau détrempait les terres. Néanmoins ils se sont arrêtés presque tous à 200 ou 300 mètres à l'aval du barrage.

A 5 heures du soir, le glissement s'est définitivement arrêté.

Pendant quinze jours environ, il a été impossible de pénétrer dans l'éboulement, à cause des boues épaisses mêlées à de nombreux blocs de glace qui l'occupaient sur toute son étendue.

Le 27 mai, on a pu commencer les premiers travaux de saignée, en vue de régulariser l'écoulement des eaux; le profil en long de l'éboulement s'était considérablement modifié et présentait l'aspect indiqué par la ligne *s*, *q*, *p*, *r* (fig. 95).

Quant au barrage, il n'avait subi aucune autre avarie que celle constatée le 12, et provenant de l'arrachement causé par l'arête

saillante d'un gros bloc qui s'était accroché à une des pierres du couronnement et l'avait soulevée.

Le contre-barrage, une fois débarrassé des déjections, a reparu absolument intact.

NOTA. — On a réparé en 1875 (août) la brèche dont il s'agit, moyennant une dépense de 890 francs, qui démontre son peu d'importance.

NOTE C

(Citée aux Pages 76 et 82.)

Observations faites dans le Torrent des Sanières (Basses-Alpes), pendant l'Orage du 8 août 1876.

(Voir la Figure 96.)

(*De Gayffier*, Pl. 42.)

Le torrent des Sanières est un des plus redoutables qu'on puisse rencontrer dans la vallée de l'Ubaye, arrondissement de Barcelonnette, car il menace l'existence des deux villages de Sanières et de Jausiers, ainsi que des riches cultures et habitations disséminées dans la vallée et sur une partie de son cône.

Il est divisé naturellement en trois sections séparées les unes des autres par de grandes cascades occupant des assises de roches très dures.

Chacune de ces sections présente un caractère spécial d'après lequel se détermine le traitement à lui faire subir en vue de sa correction.

Dans la première section (l'inférieure), les grands travaux terminés dès 1875, ont consisté en la construction de quatre grands barrages, dont un avec contre-barrages; les ouvrages portant les n°s 1 et 2 ont été exécutés en 1875 à l'aval des barrages n°s 3 et 4, construits en 1874.

La deuxième section présente, sur toute la rive gauche et le fond du thalweg, la roche stratifiée, qui n'émerge sur la rive droite qu'à certains endroits seulement, tout le reste de cette rive étant occupé par des terrains en mouvement.

La roche, qui appartient à l'étage du flysh, se compose d'assises assez régulières plongeant vers le nord-est, tandis que le torrent suit une direction générale du nord-nord-ouest au sud-sud-est. D'où il

résulte que les eaux ont formé un lit dont la berge gauche est taillée presque à pic dans les assises rocheuses, tandis que la berge droite présente un profil évasé, les couches ayant glissé les unes sur les autres à mesure que le creusement du lit, dans le sens du profil en long, leur enlevait tout point d'appui.

Aussi, c'est sur cette rive droite que sont massés des éboulements parfois gigantesques, renfermant des matériaux de toutes sortes; au-dessus d'eux, le versant qui les domine d'une hauteur de plusieurs centaines de mètres, présente une série de ressauts produits par les affaissements successifs du sous-sol; la surface de ce versant est bien gazonnée, mais elle est sillonnée par de nombreuses crevasses indiquant l'instabilité du sol.

Dans de semblables conditions, à chaque violent orage produisant une crue extraordinaire, les eaux dépassent le lit qu'elles se sont creusé contre la rive gauche vers laquelle l'inclinaison des couches les a constamment rejetées; elles attaquent le pied des éboulis de la rive droite, provoquent ainsi le glissement de toute la masse supérieure sur les assises inclinées qui les supportent et donnent naissance à ces laves désastreuses qui sont la terreur du hameau de Sanières.

Depuis trois ans (avant 1876) que les études étaient entreprises dans le torrent, nous n'avions pas constaté d'orages bien violents; cependant nous avions pu faire mesurer le volume d'une *lave*, descendue en 1874 et atteignant 30,000 mètres cubes de matériaux, produite à la suite de pluie d'orage tombée pendant une heure trente minutes et dont l'écoulement dans le canal n'a duré qu'une demi-heure; la hauteur de l'eau d'après les pluviomètres s'élevait à $20^{mm},4$, ce qui représente, pour les 480 hectares du bassin de réception du torrent, un volume de 97,920 mètres cubes d'eau, soit 54 mèt. cubes à la seconde, si l'on admet que toute l'eau tombée dans le bassin s'est écoulée entièrement. Cet orage, comme on le voit par la hauteur donnée par les pluviomètres, était peu violent et cependant il a suffi pour déterminer une lave de 30,000 mètres cubes; on peut supposer, dès lors, ce que peuvent amener des orages extraordinaires donnant aux pluviomètres une hauteur beaucoup plus élevée, dans le même espace de temps.

On distingue sur le versant de la rive droite, dans la deuxième section qui nous occupe, six grands glissements absolument indépendants les uns des autres et séparés entre eux par des bancs de rochers très durs qui ont résisté à l'action des eaux.

Ces bancs présentent les seuls points sur lesquels on pouvait songer à établir les barrages appelés à supprimer les glissements, en procurant à la section du lit l'élargissement nécessaire pour inter-

pes)

Cône de déjection
Hameau des Samières
Hameau des Davis
Rivière Ubaye
Route Nationale n°100 de Barcelonnette à Digne
Barrage n°1
Barrage n°2
Barrage n°3
Barrage n°4
Barrage n°5
Barrage n°6
Barrage n°7
Barrage n°8
Barrage n°9
Barrage n°10
Barrage n°11
Barrage n°12
Barrage n°13
Barrage n°14
Barrage n°15
Barrage n°16
Barrage n°17
Barrage n°18
Barrage n°19
Barrage n°20
Barrage n°21
Barrage n°22
Barrage n°23
Barrage n°24
Barrage n°25
Barrage n°26
Barrage n°27
Barrage n°28
Barrage n°29
Barrage n°30
Barrage n°31
Barrage n°32
Barrage n°33
Barrage n°34
Barrage n°35
Barrage n°36
Barrage n°37
Barrage n°38
Barrage n°39
Barrage n°40
Barrage n°41
Barrage n°42
Barrage n°43
Barrage n°44
Barrage n°45
Barrage n°46
Barrage n°47
Barrage n°48
Barrage n°49
Barrage n°50
Barrage n°51
Barrage n°52
Barrage n°53
Barrage n°54
Barrage n°55
Barrage n°56
Barrage n°57
Barrage n°58
Barrage n°59
Barrage n°60
Barrage n°61
Barrage n°62
Barrage n°63
Barrage n°64
Barrage n°65
Barrage n°66
Barrage n°67
Barrage n°68
Barrage n°69
Barrage n°70
Barrage n°71
Barrage n°72
Barrage n°73
Barrage n°74
Barrage n°75
Barrage n°76
Barrage n°77
Barrage n°78
Barrage n°79
Barrage n°80
Barrage n°81
Barrage n°82
Barrage n°83
Barrage n°84
Barrage n°85
Barrage n°86
Barrage n°87
Barrage n°88
Barrage n°89
Barrage n°90
Barrage n°91
Barrage n°92
Barrage n°93
Barrage n°94
Barrage n°95
Barrage n°96
Barrage n°97
Barrage n°98
Barrage n°99
Barrage n°100
Barrage n°101
Barrage n°102
Barrage n°103
Barrage n°104
Barrage n°105
Barrage n°106
Barrage n°107
Barrage n°108
Barrage n°109
Barrage n°110
Barrage n°111
Barrage n°112
Barrage n°113
Barrage n°114
Barrage n°115
Barrage n°116
Barrage n°117
Barrage n°118
Barrage n°119
Barrage n°120
Barrage n°121
Barrage n°122
Barrage n°123
Barrage n°124
Barrage n°125
Barrage n°126
Barrage n°127
Barrage n°128
Barrage n°129
Barrage n°130
Barrage n°131
Barrage n°132
Barrage n°133
Barrage n°134
Barrage n°135
Barrage n°136
Barrage n°137
Barrage n°138
Barrage n°139
Barrage n°140
Barrage n°141
Barrage n°142
Barrage n°143
Barrage n°144
Barrage n°145
Barrage n°146
Barrage n°147
Barrage n°148
Barrage n°149
Barrage n°150
Barrage n°151
Barrage n°152
Barrage n°153
Barrage n°154
Barrage n°155
Barrage n°156
Barrage n°157
Barrage n°158
Barrage n°159
Barrage n°160
Barrage n°161
Barrage n°162
Barrage n°163
Barrage n°164
Barrage n°165
Barrage n°166
Barrage n°167
Barrage n°168
Barrage n°169
Barrage n°170
Barrage n°171
Barrage n°172
Barrage n°173
Barrage n°174
Barrage n°175
Barrage n°176
Barrage n°177
Barrage n°178
Barrage n°179
Barrage n°180
Barrage n°181
Barrage n°182
Barrage n°183
Barrage n°184
Barrage n°185
Barrage n°186
Barrage n°187
Barrage n°188
Barrage n°189
Barrage n°190
Barrage n°191
Barrage n°192
Barrage n°193
Barrage n°194
Barrage n°195
Barrage n°196
Barrage n°197
Barrage n°198
Barrage n°199
Barrage n°200

dire au courant, par des travaux subséquents, toute action sur le pied des berges et assurer pour l'avenir la suppression de grands glissements tels que celui qui s'est manifesté en 1867 dans des conditions qu'il importe de relater :

Les pluies du printemps avaient cessé depuis plusieurs jours, le ciel était redevenu absolument pur, rien ne pouvait faire pressentir le moindre évènement dans le torrent, lorsqu'un beau jour, à leur plus grand ébahissement, les habitants du hameau de Sanières entendirent un bruit épouvantable, bientôt suivi de l'écoulement de plusieurs laves allant s'épanouir sur le cône de déjections et intercepter la circulation de la route n° 100, qui le traverse sur une longueur de plus de 2 kilomètres. Cet écoulement extraordinaire s'est manifesté à différentes reprises pendant trois jours consécutifs et sous un ciel constamment pur dans toute la région.

Ce phénomène, qui a laissé au torrent des Sanières un renom redouté, s'explique facilement par la description que nous avons faite de la deuxième section. C'est de sa partie supérieure que sont descendues ces laves inattendues; les terrains imperméables avaient été sursaturés d'eau provenant de la fonte des neiges provoquée par les pluies du printemps, le pied des berges vives avait été miné par une série de petites crues affouillantes, de sorte qu'à un moment donné, l'effet de la pesanteur a pris le dessus, et les terrains perméables, passés à l'état de boues, ont commencé leur mouvement, qui a produit la série des laves successives et donné lieu au grand éboulement dont il s'agit.

Depuis cette époque, le torrent a changé de place, s'est jeté sur la gauche, s'est creusé un lit profond au pied de cet éboulement et a mis à découvert la roche en préparant ainsi un nouveau glissement. Il était donc de la plus haute importance de supprimer au plus tôt ces conditions désastreuses, et à cet effet on décida l'exécution en 1876 de six barrages portant les nos 5, 6, 7, 8, 9 et 10, qui furent adjugés en avril et entrepris dès le mois de juin suivant.

La *troisième section* diffère entièrement des deux autres.

Dans la partie supérieure la roche occupe le fond du lit et le pied de la rive droite; la berge gauche est constituée par des terrains de transport assez fortement tassés.

Le 8 août 1876, dans l'après-midi, un orage mêlé de pluie et de grêle a éclaté dans la partie haute du bassin de réception du torrent des Sanières et a produit une lave. Cette lave a endommagé, dans une assez grande proportion, les travaux de l'entreprise, et a complètement atterri les barrages nos 1, 2, 3 et 4, construits en 1874 et 1875.

Les eaux, tombées surtout dans la partie supérieure où les travaux sont en cours d'exécution aujourd'hui, se sont agglomérées rapidement, mais ne sont cependant pas arrivées, avec beaucoup de matériaux, à l'aval de la troisième section.

Ce n'est qu'à partir de l'amont de la deuxième section, à une centaine de mètres en amont du barrage n° 10, que l'éboulement de la berge gauche, affouillée considérablement, a augmenté la densité et le volume des eaux, qui, après s'être chargées des déblais provenant des fouilles dans la berge gauche du barrage n° 10 (voir figure 96), se sont transformées en boue ou lave proprement dite, assez liquide pour affouiller encore la berge droite, entre le barrage n° 10 et le barrage n° 9. Parvenue au barrage n° 9, dont les maçonneries étaient à hauteur du seuil de l'aqueduc, la lave, après avoir franchi ces maçonneries, sans leur faire beaucoup de mal, a emporté 800 mètres cubes de déblais provenant des fouilles, et 250 mètres cubes de moellons approvisionnés par l'entrepreneur devant l'ouvrage même. Accrue de ces matériaux, la lave ronge encore dans les berges de la rive droite jusqu'au barrage n° 8, dont les fouilles, déjà avancées, sont comblées; puis, de ce barrage au barrage n° 7, elle entame fortement le pied d'un mamelon recouvert d'une grande quantité de blocs, se charge dans ce parcours d'une masse d'énormes matériaux qu'elle pousse à son aval, et présente alors la forme d'un grand barrage en pierre sèche de 5 à 6 mètres d'épaisseur, se précipitant avec son atterrissement boueux, selon une vitesse de 2 mètres par seconde (vitesse observée par le surveillant Dol).

Le barrage n° 6, auquel il ne manquait que la pierre de taille pour être terminé, et qui avait à son amont un atterrissement artificiel, est complètement recouvert par la lave, dont l'énorme parement passe par-dessus sans l'endommager d'abord; mais peu après, la lave, devenue plus liquide, bat en brèche la maçonnerie fraîche et se fraye un passage jusqu'au niveau du seuil de l'aqueduc, sans pouvoir cependant emporter les deux ailes de l'ouvrage.

En aval de la lave, il n'y avait pas une goutte d'eau dans le torrent; l'eau se trouvait en amont des blocs et de la boue épaisse de la lave, ce qui explique clairement de quelle manière les maçonneries ont été emportées; il n'y a pas eu de poussée, car la portion de voûte restant n'a pas une seule lézarde; c'était comme un grêle de gros moellons qui s'abattaient sur le barrage et détachaient pierre par pierre; il est même resté quatre voussoirs de la voûte de l'aqueduc qui ont supporté le choc de gros matériaux.

La lave atteint enfin le barrage n° 5, dont la maçonnerie était à

hauteur des pieds-droits de l'aqueduc et rase ces maçonneries jusqu'au seuil de cet aqueduc.

De ce barrage, la lave franchit la série des grandes cascades qui séparent la deuxième section de la première, et parvient, dans toute sa force et son plus grand volume, au barrage n° 4, qui n'avait aucun atterrissement, son parement amont étant complètement à nu à partir du seuil de l'aqueduc.

Un chef de chantier, nommé Audiffred, se trouvait à quelques pas du barrage; voyant venir l'énorme lave, il croit l'ouvrage perdu sous les matériaux qui le recouvrent; à l'instant de forts moellons sont projetés à de grandes hauteurs et retombent à l'aval du barrage, qui cependant résiste admirablement

Le barrage n° 3 était le seul qui fût atterri; la lave dépose, à droite et à gauche, de gros matériaux après avoir rempli toute la section du débouché, et atteint le sommet des ailes.

Les barrages n°s 1 et 2 se trouvaient dans les mêmes conditions que le n° 4; le choc est puissant, les mêmes effets se produisent, la section du débouché suffit et la lave parvient à 30 centimètres en contre-bas du niveau supérieur des ailes. Enfin la lave atteint le cône; elle dépose, à droite et à gauche de son courant, d'énormes matériaux, barre la route nationale n° 100, et le reste s'écoule enfin dans la rivière d'Ubaye.

Tels ont été les effets produits par cette lave, qui n'a occasionné de dommages que dans la deuxième section, qu'on était en train de corriger.

Dans la première section, l'expérience a été concluante en faveur des barrages en maçonnerie *mixte*, qui ont montré une solidité à toute épreuve.

L'inspection opérée, dès le lendemain de cette crue extraordinaire, sur les atterrissements des barrages n°s 1, 2, 3 et 4, fournit une preuve matérielle et précieuse de la loi du transport en masse et de la formation de leurs dépôts.

Les profils en long des atterrissements donnaient à peine une pente de 1 1/2 à 2 p. 100, et cependant on y constatait d'énormes matériaux, mais toujours rangés contrairement à la loi du triage, car les plus gros se trouvaient juste contre le parement amont des barrages, et, en remontant sur les atterrissements, on constatait le décroissement constant de leurs dimensions. Si l'on considère que cette inspection n'a pu avoir lieu que le lendemain de l'évènement, c'est-à-dire après que l'eau ordinaire du torrent a pu avoir le temps d'apporter, par la loi du triage, une certaine modification au profil en long, on est amené à penser qne ces pentes de 1,5 ou 2 p. 100

ne devaient pas même exister aussitôt après le passage des laves. Ce qui confirme ces précieuses observations, qui sortent du domaine de la théorie, c'est que moins d'un mois après, les atterrissements avaient quitté leurs pentes de 2 pour 100, pour atteindre 10 et 12 p. 100 à la suite de petits orages sans laves, c'est-à-dire sans transport en masse.

D'autre part, la chute de pluie, qui a duré une heure environ, a donné :

Au pluviomètre inférieur, situé à 1,629 mètres d'altitude .	600m,2
Au pluviomètre moyen, situé à 1,979 mètres d'altitude .	34 ,3
Au pluviomètre supérieur, situé à 2,230 mètres d'altitude .	36 ,4

Ces hauteurs d'eau, multipliées par la surface des zones affectées à chacun des pluviomètres, donnent 87,680 mètres cubes d'eau dans un bassin de 480 hectares pour une chute d'une heure.

Le bassin du torrent du Bourget, immédiatement voisin, a reçu par le même orage, et dans le même temps, 85,630 mètres cubes d'eau sur un bassin de 270 hectares seulement, et l'on n'y a constaté aucune lave, mais simplement une crue d'eau qui a duré cinq fois plus de temps que la crue du torrent des Sanières.

Ce précieux résultat provient de ce que les travaux de correction sont terminés dans le torrent du Bourget, et que les travaux de reboisement, achevés depuis trois ans, commencent à y manifester leur puissante influence.

C'était la première fois qu'il nous était donné de trouver des témoins oculaires d'une pareille crue, aussi nous sommes-nous empressé de faire faire une enquête dont nous donnons ci-après le résultat.

ENQUÊTE

Déclaration du sieur Dol (Zéphirin), garde forestier, surveillant la Construction des Barrages nos 5 à 10 dans le Torrent des Sanières, sur la Lave du 8 Août 1876.

J'étais comme à l'ordinaire descendu après déjeuner pour surveiller la construction des barrages, lorsque peu de temps après il commença à tomber quelques fines gouttes d'eau.

Le ciel était à peine couvert au-dessus du chantier, mais quelques nuages orageux se montraient sur le haut de la montagne sans avoir rien de bien menaçant. Il était alors 3 heures un quart du soir, les

ouvriers continuaient leurs travaux ; quelques minutes après, deux ou trois coups de tonnerre se firent entendre et la pluie fine et insignifiante qu'il avait fait jusque-là dégénéra en grosses gouttes. Malgré que la journée ne fût pas encore avancée, je m'étais, vu l'état du temps, occupé à prendre les attachements journaliers. J'en étais arrivé au barrage n° 8 où les fouilles étaient à peu près terminées sur toute la largeur du lit du torrent et sur la rive droite, quand une pluie assez bien nourrie s'abattit sur les chantiers ; je descendis près du barrage n° 7 pour m'abriter sous quelques planches dressées en forme de toit au-dessus d'une forge de campagne. J'y arrivais au moment où les ouvriers prenaient leur veste et se disposaient à venir comme moi se réfugier sous ce modeste et unique abri. Tous n'avaient pas quitté le lit du torrent qu'un bruit sourd et comparable à celui d'une colonne d'artillerie passant au trot sur le pavé d'une route voûtée se fit entendre. Ce bruit augmentait à mesure qu'il approchait de nous, et l'on distinguait, en dehors du roulement, des détonations produites par le choc des blocs se heurtant les uns contre les autres.

Quelques secondes après, je vis une lave à l'aspect effrayant déboucher à 50 mètres en amont du barrage n° 7.

La tête de la colonne présentait en cet endroit un parement de 7 à 8 mètres de hauteur ; elle était composée de blocs de toutes dimensions roulant les uns sur les autres.

On remarquait flottant sur ces blocs les gargouilles employées à la dérivation des eaux aux fouilles des barrages n°s 8, 9 et 10, ainsi que des outils et notamment les brouettes employées à ces divers ateliers.

La plupart des gros matériaux étaient en tête et sur une quinzaine de mètres de longueur on ne voyait que des blocs mouvants noyés dans de la lave épaisse. Parmi les matériaux qui venaient ensuite, on en remarquait encore qui avaient de fort respectables dimensions, mais ils devenaient de plus en plus rares.

Il pleuvait à verse, mais personne ne se fit prier pour quitter l'abri que lui avait offert la forge située à 6 ou 7 mètres au-dessus du lit du torrent.

Dans sa précipitation à chercher un refuge contre la pluie et voyant la forge remplie de monde, un ouvrier avait choisi à quelques mètres en dessous, dans le torrent même, un rocher qui surplombe un peu le lit. Sa position était des plus dangereuses ; ne pouvant monter dans la berge gauche qui l'abritait ni descendre le torrent, se trouvant sur le bord d'une cascade de 8 à 10 mètres, il était obligé pour se sauver de remonter le lit de 25 à 30 mètres et gagner la rive droite. Ce qui augmentait le danger qu'il courait, c'est qu'il ne pou-

vait voir la lave arriver à plus de 50 ou 60 mètres. Je l'appelais de toutes mes forces et lui faisais signe de venir vers moi, mais il conservait une immobilité alarmante ; ses camarades l'appelaient aussi en leur patois (c'était un Piémontais), mais il n'en restait pas moins à son abri. La lave arrivait et dépassait le barrage n° 7, chacun croyait ce malheureux irrévocablement perdu, quand enfin se retournant en amont il aperçoit le danger qui le menaçait, franchit en quelques bonds le lit du torrent, remonte à toute vitesse le long de la berge droite et arrive au premier endroit accessible, au juste moment où la lave allait lui en barrer le chemin.

Le forgeron, qui n'avait pas quitté la forge assez vite, y fut emprisonné et fut assez heureux de pouvoir grimper sur le toit, car la lave prit immédiatement possession du terrain qu'il venait d'abandonner.

Je m'avançai en toute hâte en vue du barrage n° 6 qui était depuis midi prêt à recevoir le couronnement, pour voir l'effet que la lave produirait sur lui.

Une petite baraque formant abri au dépôt de la chaux destinée à ce même ouvrage, construite sur la berge droite à 50 mètres en amont du barrage, me fournit le moyen de constater facilement, au moyen de repères et de ma montre, que la vitesse de la lave était de 2 mètres par seconde.

Je remarquai en outre, ainsi que tous les ouvriers, que la baraque venait de partir avant l'arrivée de la lave ; il pouvait y avoir encore 3 ou 4 mètres, autant que la distance me permit de l'apprécier. La même remarque fut faite par les ouvriers au barrage n° 7, où les gargouilles partaient également avant que la lave ne fût arrivée à elles.

Le barrage n° 6 offrit une résistance qui fit refluer la masse mouvante ; on aperçut un mouvement de recul très sensible, mais la maçonnerie disparut instantanément devant une colonne de lave projetée à une certaine hauteur par l'obstacle qu'elle rencontrait et la pression qu'elle recevait des masses qui venaient immédiatement après. Je m'avançai au pas de course vers cet ouvrage et y arrivai assez à temps pour constater de près qu'il avait parfaitement résisté au premier choc, mais que vu l'état de fraîcheur de la maçonnerie, il était démoli progressivement par les matériaux qui se heurtaient contre lui.

La pluie continuait à tomber à verse ; je descendis au barrage n° 5, où deux ouvriers mineurs, occupés à préparer dans le roc à pic de la rive gauche l'encastrement du barrage, n'eurent pas le temps de quitter leur chantier et furent par suite très exposés à être enlevés par la lave. Ils avaient établi leur chantier à 10 ou 11 mètres au-

dessus du lit et avaient déjà pratiqué une certaine ouverture où ils commençaient à travailler commodément debout.

C'était une sorte de corniche dont le bas était à environ 8 ou 9 mètres au-dessus du lit du torrent. Une échelle fixée par le haut y donnait accès. Ces deux ouvriers durent passer dans cet étroit et dangereux réduit tout le temps de l'écoulement de la lave, qui arrivait non loin de leurs pieds; ils auraient été noyés dans les éclaboussures sans un léger coude que fait le roc à quelques mètres au-dessus.

Mieux placés, au point de vue de l'observation qu'à celui de la sûreté, ces ouvriers me déclarèrent entre autres choses, et sans que je leur fisse la moindre question, qu'ils avaient vu un traîneau assez lourd, servant au transport des pierres pour la construction du barrage n° 5 et lourdement chargé d'une grosse pierre, être renversé alors que la tête de la colonne en était encore éloignée de plusieurs mètres. L'écoulement de la lave avait duré vingt ou vingt-cinq minutes; une forte colonne d'eau lui fit suite pendant une demi-heure ou trois quarts d'heure, agrandissant considérablement la brèche du barrage n° 6.

Barcelonnette, le 18 Septembre 1876.

Signé : Dol,
Garde forestier.

Dépositions des Témoins.

1° M. Bégu (Jean), 45 ans, originaire des Landes, contre-maître de M. Bérato, entrepreneur de travaux publics.

D. — Où vous trouviez-vous le 8 août dernier?

R. — J'ai passé cette journée dans le torrent des Sanières pour y surveiller les travaux de M. Bérato. On avait alors terminé les fouilles du barrage n° 7 et on y faisait la maçonnerie des fondations.

D. — Quand et comment l'orage a-t-il commencé?

R. — Vers 3 heures du soir une petite pluie a commencé à tomber. De gros nuages étaient amoncelés vers les crêtes du bassin de réception du torrent; bientôt quelques coups de tonnerre se sont fait entendre dans cette direction. La pluie a continué, mais elle était assez légère pour ne pas obliger les ouvriers à suspendre leur travail.

D. — Que s'est-il passé ensuite?

R. — Environ vingt minutes après le premier coup de tonnerre,

j'ai entendu dans le haut du torrent un bruit comme un roulement irrégulier; j'ai regardé dans cette direction et presque aussitôt j'ai aperçu au prochain détour du torrent, qui est très encaissé à cet endroit, une énorme lave qui descendait.

D. — Qu'avez-vous fait?

R. — Il y a eu bien entendu un sauve-qui-peut général vers la berge de rive droite, la seule accessible, comme vous le savez, celle de rive gauche étant formée de rochers à pic. En fuyant nous poussions tous de grands cris pour avertir un ouvrier qui se trouvait à l'aval d'un rocher en surplomb, situé dans le lit même du torrent, et qui, n'ayant rien vu, ne se doutait nullement du danger. Il nous a entendus fort heureusement et s'est hâté de remonter dans le fond du torrent pour atteindre le point de la berge où nous avions grimpé nous-mêmes. Il était temps qu'il y arrivât. Il nous a semblé à tous que la lave lui effleurait les pieds au moment où il s'élançait sur la berge.

D. — Avez-vous pu apprécier la vitesse de cette lave?

R. — C'était difficile à évaluer : je peux seulement la comparer à la vitesse d'un bon cheval courant au grand trot sur une route plane.

D. — Avez-vous constaté que la lave fût précédée ou accompagnée d'un courant d'air?

R. — Je n'ai pas senti de souffle à l'endroit assez éloigné où je me trouvais, mais j'ai vu un fait qui m'a frappé. Vous savez que, pour abriter notre approvisionnement de chaux, nous avions construit, à 50 mètres en amont du barrage n° 6, dans la berge droite et en contre-haut de 3 mètres du lit du torrent, une hutte qui se composait d'une toiture en planches à un seul pan appuyé au sol vers l'aval et supporté du côté de l'amont par quatre poteaux. Il résultait de cette disposition que l'espace vide compris sous cet abri s'ouvrait contre la direction que suivait la lave. J'ai parfaitement vu que cette hutte a été enlevée au moment où la tête de la colonne de lave en était encore éloignée de quelques mètres. Ce que je n'ai pu m'expliquer qu'en pensant que la lave refoulait devant elle une masse d'air qui se sera engouffrée sous la toiture et aura ainsi renversé la hutte.

D. — D'autres faits analogues se sont-ils produits à votre connaissance?

R. — J'en sais encore un que voici : On ouvrait les fouilles du barrage n° 5, et j'avais chargé deux de mes mineurs, Italiens d'origine, de préparer l'encastrement de cet ouvrage dans la berge rocheuse et verticale de la rive gauche.

Naturellement ils commençaient par le haut la large entaille qu'ils

avaient à creuser, et avaient déjà pratiqué dans le roc, à une hauteur de 10 mètres au-dessus du lit du torrent, un vide dans lequel ils se tenaient pour l'agrandir en attaquant la pierre sous leurs pieds.

Ils se trouvaient perchés là-haut, enfermés comme dans une sorte de niche, lorsque la lave est arrivée.

Ils y sont restés, n'ayant ni le temps ni les moyens de fuir, et se sont trouvés admirablement placés pour voir ce qui se passait. Il y avait au-dessous d'eux, dans le fond du torrent, un fort traîneau en bois chargé d'une grosse pierre. Les deux mineurs ont vu distinctement que le traîneau et la pierre ont été renversés alors que la lave en était encore distante de 3 mètres environ. J'aurais voulu que vous pussiez entendre ce récit de la bouche même de ces hommes, mais ils ont quitté mon chantier quelques jours après l'orage et sont retournés dans leur pays.

D. — Avez-vous vu passer la lave sur quelque barrage?

R. — Sur aucun des anciens, mais seulement sur le barrage n° 6; nous venions d'en achever la maçonnerie ordinaire le matin même, et nous nous disposions à en placer le couronnement en pierre de taille. Me trouvant à une distance d'au moins 100 mètres, je n'ai pu distinguer d'une manière précise ce qui se passait au moment de l'arrivée de la lave sur le barrage, mais j'ai parfaitement constaté qu'elle était soulevée à cet endroit pour retomber aussitôt après, ce qui indiquait que le barrage avait d'abord résisté. M'étant transporté sur ce point, j'ai reconnu, au moment où le débit de la lave diminuait d'intensité, qu'une brèche s'était produite dans le milieu du barrage. M'étant éloigné aussitôt et étant revenu plus tard, j'ai vu que la brèche était devenue plus large: par conséquent, le barrage n'a pas été enlevé d'une seule pièce, ni détruit en un instant, mais il a été démoli pierre par pierre et peu à peu.

D. — Quel aspect présentait d'abord la masse mouvante?

R. — J'ai vu arriver de gros blocs de pierre formant un amas à paroi presque verticale, ayant une hauteur de 5 mètres environ.

D. — La masse que vous avez vue passer présentait-elle la même composition dans toutes ses parties?

R. — Nullement, la partie antérieure était formée de gros blocs, comme je viens de le dire. Ils descendaient en roulant les uns sur les autres; leur ensemble pouvait avoir une longueur d'une vingtaine de mètres dans le sens du mouvement. Les matériaux qui venaient ensuite étaient de dimensions diverses et se trouvaient déjà en suspension dans une boue épaisse qui, plus loin, ne charriait plus que de petits fragments de pierres; enfin à cette énorme déjection faisait suite un fort courant d'eau.

D. — Quelles ont été les diverses phases de l'écoulement?

R. — Il me paraît avoir duré quinze minutes pour la lave proprement dite et trente pour l'eau qui venait ensuite.

Barcelonnette, le 5 septembre 1876.

Signé : P. CARRIÈRE,
Sous-inspecteur des Forêts.

Signé : BÉGU,
Contre-maître de l'Entrepreneur.

2° M. Audiffred (Firmin), de Jausiers, 28 ans, surveillant des travaux de reboisement dans le périmètre des Sanières.

D. — Où vous trouviez-vous le 8 août dernier?

R. — Je travaillais alors au compte de M. Bérato, entrepreneur de la construction des barrages dans le torrent des Sanières, et je me trouvais au chantier du barrage n° 6. La pluie a commencé à tomber entre 2 et 3 heures; elle était d'abord légère. Plus tard j'ai remarqué qu'elle devenait plus forte et en voyant de gros nuages sur le sommet de la montagne, j'ai pensé qu'un violent orage allait arriver sur moi; alors je me suis décidé à me diriger vers mon domicile, et pour cela je me suis mis à descendre en suivant la rive droite du torrent des Sanières. Comme j'arrivais à hauteur du barrage n° 4 construit en 1874, j'ai entendu derrière moi un grand bruit et je me suis retourné vivement.

D. — De quelle nature était ce bruit et quelle en était la cause?

R. — C'était un roulement comme celui de blocs qui descendent en s'entre-choquant les uns les autres. Je me suis arrêté en regardant attentivement dans la direction du bruit et au bout de cinq minutes j'ai vu arriver une grande lave qui apparaissait à un détour du torrent, à 300 mètres environ en amont de l'endroit où je me trouvais. Je me suis promptement porté en arrière, de façon à m'élever sur la berge jusqu'à une hauteur d'au moins 20 mètres au-dessus du lit du torrent.

D. — Avez-vous apprécié la vitesse de la lave?

R. — Il m'a semblé que j'aurais pu descendre avec une égale rapidité en courant à toutes jambes.

D. — Avez-vous constaté que la lave fût précédée ou accompagnée d'un courant d'air?

R. — Au moment où la tête de la lave allait arriver en face de moi, j'ai senti un courant d'air, pas très fort, comparable au souffle qui se produit lorqu'on ouvre rapidement une porte. Cette sensation a duré jusqu'au moment où la tête de la lave m'avait dépassé d'environ 40 mètres.

D. — Avez-vous remarqué que ce vent fît voltiger des feuilles d'ar-

bres, des fragments de bois, des petits cailloux, du sable ou autres menus objets qui peuvent se trouver dans le lit du torrent?

R. — Je n'ai rien constaté de semblable.

D. — Que s'est-il passé quand la lave a atteint le barrage qui se trouvait devant vous?

R. — Je regardais attentivement le barrage qui alors n'était nullement atterri et présentait par conséquent en travers du torrent son parement amont comme un mur vertical de 5 mètres de hauteur. Ma pensée était qu'il ne pouvait résister au choc qu'il allait subir et qu'il allait être emporté sous mes yeux. Au moment où le barrage a été heurté par la lave, je n'ai pas entendu d'autre bruit que celui produit par la lave elle-même dans toute sa course. J'ai vu le barrage disparaître complètement; la lave a sauté par-dessus, en masse, pour ainsi dire sans toucher le couronnement, et a rebondi à 3 mètres environ à l'aval du pied du barrage. La plus grande partie de la tête de la lave s'est arrêtée derrière le barrage et l'a atterri instantanément, de sorte que la première lave qui a franchi l'ouvrage avait une épaisseur relativement faible que j'estime à 1 mètre seulement.

D. — La masse qui passait ainsi au-dessus du barrage n'a-t-elle pas augmenté de volume?

R. — Après la première lave dont je viens de parler, est arrivée tout aussitôt une masse qui l'a recouverte : on aurait dit une forte vague qui passe par-dessus une autre. A partir de ce moment, le courant de lave a franchi le barrage avec tout le volume qu'elle avait plus haut, mais avec une épaisseur moindre, parce que la section du torrent est bien plus ouverte à l'endroit où se trouve le barrage.

D. — Au moment du choc de la lave contre le barrage, y a-t-il eu des matériaux qui aient été détachés de la masse et projetés en l'air?

R. — J'ai vu une assez grande quantité de pierres un peu moins grosses que le poing qui ont été lancées en l'air jusqu'à une hauteur d'une quinzaine de mètres, non pas en s'élevant verticalement, mais en décrivant une courbe pour aller retomber à une vingtaine de mètres en aval du barrage.

D. — En quel état se trouvait le barrage lorsque vous l'avez revu?

R. — Je ne l'ai pas vu reparaître parce qu'il était toujours recouvert par la lave qui continuait à passer et que, vu l'abondance de la pluie, je me suis décidé à rentrer chez moi sans attendre la fin de l'écoulement. Le lendemain, en retournant au travail, j'ai eu occasion de passer près du barrage et j'ai constaté qu'il était complètement atterri. Son couronnement et son parement aval étaient enduits d'une couche de boue, sauf la portion du milieu, qui avait été lavée par le passage du cours d'eau redevenu clair. Pas une pierre du bar-

rage n'avait été dérangée, l'ouvrage était tel qu'au lendemain de sa construction.

D. — Avez-vous vu le passage de la lave sur les trois autres barrages situés en aval du n° 4?

R. — Je ne pouvais rien voir de l'endroit où je me trouvais, mais, en descendant, j'ai examiné successivement ces trois barrages et j'ai constaté que la lave y passait sans leur causer aucune avarie et sans modifier nullement sa marche.

D. — Quel aspect présentait la masse mouvante?

R. — En avant, c'était un amas de gros blocs qui descendaient en roulant les uns sur les autres. Ce mouvement produisait un roulement formidable mêlé par intermittence de craquements pareils au bruit que fait dans sa chute un arbre déraciné par le vent. Cet amas de blocs, dont les intervalles étaient remplis de boue, avait une longueur de 3 à 4 mètres dans le sens du mouvement. La tête de la lave formait une paroi oblique dont j'évalue la hauteur à 2 mètres ou $2^{m},50$. En arrière des blocs venait une colonne de boue liquide dans laquelle je ne distinguais pas de matériaux en suspension. Elle progressait par couches successives qui se recouvraient, chacune glissant sur la précédente, comme une série de vagues.

D. — Quelles constatations avez-vous faites sur la durée de l'écoulement?

R. — Je n'ai pas attendu la fin de cet écoulement, j'ai perdu de vue le torrent environ une demi-heure après le moment de l'arrivée de la lave sur le barrage ; le débit avait alors beaucoup diminué et n'était plus guère qu'un tiers de ce que je l'avais vu d'abord. Ce qui passait n'était plus guère que de la boue qui descendait non pas en un courant uniforme, mais par jets se succédant à des intervalles assez réguliers.

Barcelonnette, le 8 septembre 1876.

Signé : P. Carrière,
Sous-Inspecteur des Forêts.

Signé : Audiffred.

NOTE D

(Citée à la Page 235.)

TABLEAU DES VALEURS DE JOURNÉES CALCULÉES PAR DIXIÈME

NOMBRE DE JOURNÉES.	à 1 fr. 50	à 2 fr.	à 2 fr. 50	à 3 fr.	à 3 fr. 50	à 4 fr.
0,1	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
0,2	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80
0,3	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20
0,4	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60
0,5	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
0,6	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40
0,7	1,05	1,40	1,75	2,10	2,45	2,80
0,8	1,20	1,60	2,00	2,40	2,80	3,20
0,9	1,35	1,80	2,25	2,70	3,15	3,60
1,0	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
1,1	1,65	2,20	2,75	3,30	3,85	4,40
1,2	1,80	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80
1,3	1,95	2,60	3,25	3,90	4,55	5,20
1,4	2,10	2,80	3,50	4,20	4,90	5,60
1,5	2,25	3,00	3,75	4,50	5,25	6.00
1,6	2,40	3,20	4,00	4,80	5,60	6,40
1,7	2,55	3,40	4,25	5,10	5,95	6,80
1,8	2,70	3,60	4,50	5,40	6,30	7,20
1,9	2,85	3,80	4,75	5,70	6,65	7,60
2,0	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00
2,1	3,15	4,20	5,25	6,30	7,35	8,40
2,2	3,30	4,40	5,50	6,60	7,70	8,80
2,3	3,45	4,60	5,75	6,90	8,05	9,20
2,4	3,60	4,80	6.00	7,20	8,40	9,60
2,5	3,75	5,00	6,25	7,50	8,75	10,00
2,6	3,90	5,20	6,50	7,80	9,10	10,40
2,7	4,05	5,40	6,75	8,10	9,45	10,80
2,8	4,20	5,60	7,00	8,40	9,80	11,20
2,9	4,35	5,80	7,25	8,70	10,15	11,60
3,0	4,50	6,00	7,50	9.00	10,50	12,00
3,1	4,65	6,20	7,75	9,30	10,85	12,40
3,2	4,80	6,40	8,00	9,60	11,20	12,80
3,3	4,95	6,60	8,25	9,90	11,55	13,20
3,4	5,10	6,80	8,50	10,20	11,90	13,60
3,5	5,25	7,00	8,75	10,50	12,25	14,00
3,6	5,40	7,20	9,00	10,80	12,60	14,40
3,7	5,55	7,40	9,25	11,10	12,95	14,80
3,8	5,70	7,60	9,50	11,40	13,30	15.20
3,9	5,85	7,80	9,75	11,70	13,65	15,60
4,0	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00
4,1	6,15	8,20	10,25	12,30	14,35	16,40
4,2	6,30	8,40	10,50	12,60	14,70	16,80
4,3	6,45	8,60	10,75	12,90	15,05	17,20
4,4	6,60	8,80	11,00	13,20	15,40	17,60
4,5	6,75	9,00	11,25	13,50	15,75	18,00
4,6	6,90	9,20	11,50	13,80	16,10	18,40
4,7	7,05	9,40	11,75	14,10	16,45	18,80
4,8	7,20	9,60	12,00	14,40	16,80	19,20
4,9	7,35	9,80	12,25	14,70	17,15	19,60
5,0	7,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00
5,1	7,65	10,20	12,75	15,30	17,85	20,40
5,2	7,80	10,40	13,00	15,60	18,20	20,80
5,3	7,95	10,60	13,25	15,90	18,55	21,20
5,4	8,10	10,80	13,50	16,20	18,90	21,60
5,5	8,25	11,00	13,75	16,50	19,25	22,00
5,6	8,40	11,20	14,00	16,80	19,60	22,40
5,7	8,55	11,40	14,25	17,10	19,95	22,80
5,8	8,70	11,60	14,50	17.40	20,30	23,20
5,9	8,85	11,80	14,75	17,70	20,65	23,60
6,0	9,00	12,00	15,00	18,00	21,00	24,00

NOTE E

(Citée à la page 316.)

Nomenclature des Végétaux herbacés et Ligneux spontanés et le plus abondamment répandus dans la Vallée de Barcelonnette (Basses-Alpes), dressée par M. Eugène Goret, sous-inspecteur des forêts, attaché au service du Reboisement des Basses-Alpes.

Le massif montagneux qui constitue l'ensemble de la vallée de l'Ubaye (Barcelonnette) est compris entre 700 et 3,400 mètres d'altitude, du confluent de l'Ubaye avec la Durance au sommet du Chambeyron. Si l'on remonte cette vallée à partir de la Durance, on rencontre d'abord la végétation caractéristique de la partie supérieure de la région *moyenne*. A mesure que l'altitude augmente, le tapis végétal se modifie, les plantes caractéristiques des régions alpestre et alpine couronnent les hauteurs et bientôt s'emparent, en partie d'abord et ensuite complètement, du fond même de la vallée.

On peut, d'une façon générale, diviser ce massif montagneux, au point de vue des plantes que l'on y rencontre le plus communément, en quatre groupes principaux :

I. Bois et forêts; haies.

II. Prairies naturelles fauchables.

III. Paturages.

IV. Terrains vagues et arides; pierrailles; terres noires dénudées; rochers.

Nous donnons, pour chacun de ces groupes, la liste des plantes spontanées dominantes, en suivant l'ordre naturel des familles et des genres, et en mettant en regard de chaque plante les renseignements qui nous paraissent présenter quelque intérêt. Nous indiquons notamment les espèces employées dans les travaux et celles qui, non encore utilisées jusqu'à présent, sembleraient cependant susceptibles de pouvoir l'être dans l'avenir.

Nous ajoutons que, par suite de la variété et des qualités éminentes

des plantes que l'on rencontre naturellement dans la région dont il s'agit, on n'emploie que deux essences qui n'y existent pas à l'état spontané : le pin noir et le robinier faux acacia.

Dans la nomenclature ci-après, les abréviations correspondent aux noms des auteurs qui ont classé les plantes, savoir :

All. . .	Allioni.	Jq . . .	Jacquin.	Mill . .	Miller.
Bell . .	Bellardi.	K . . .	Kock.	Pers . .	Persoon.
Cass . .	Cassini.	Lam . .	Lamarck.	Ram . .	Ramond.
Ch . . .	Chaix.	Lap . .	Lapeyrouse.	Schr . .	Schrader.
D. C . .	De Candolle.	Lhér . .	Lhéritier.	Scop . .	Scopoli.
Desv . .	Desvaux.	Lindl . .	Lindley.	Sm. . .	Smith.
Ehrh . .	Ehrhard.	Link . .	Link.	Vil. . .	Villars.
Gartn. .	Gartner.	L. . . .	Linné.	Weig. .	Weigel.
Gaud . .	Gaudin.	Lois. . .	Loiseleur.	Wild . .	Wildenon.
G. G . .	Grenier et Godron.	Mér . .	Mérat.	With. .	Withering.
Huds . .	Hudson.	M. et K.	Mertens et Kock.	Wulf. .	Wulfin.

I. — BOIS ET FORÊTS; HAIES

RENONCULACÉES.

Atragene Alpina (L.). *Atragène des Alpes.*

Clematis vitalba (L.). *Clématite des haies.*

Thalictrum aquilegifolium (L.). *Pigamon à feuilles d'ancolie.* — Ravins boisés.

Hepatica triloba (Ch.). *Hépatique à trois lobes.* — Taillis et prés-bois.

Aconitum lycotonum (L.). *Aconit tue-loup.* — Bois et prés-bois; lieux pierreux.

Aquilegia vulgaris (L.). *Ancolie commune.* — Prés-bois, buissons, haies.

VIOLACÉES.

Viola odorata (L.). *Violette odorante.* — Haies.

TILIACÉES.

Tilia platyphylla (Scop.). *Tilleul à grandes feuilles.* — Taillis aux expositions fraîches. — Rare; employé sur les atterrissements dans les ravins frais, mais toujours par plants disséminés au milieu des essences qui constituent le reboisement.

HYPÉRICÉES.

Hypericum perforatum (L.). *Mille-pertuis perforé.*

ACÉRINÉES.

Ager pseudoplatanus (L.). *Érable sycomore.* — Employé sur les atterrissements des barrages.

Acer opulifolium (Vill.). *Érable à feuilles d'obier.* — Taillis et bois de pins des coteaux secs. — Assez répandu. — Cette essence est susceptible d'être utilement employée dans les terrains secs inférieurs et moyens, notamment les terres noires.

Acer campestre (L.). *Érable champêtre.* — Taillis à toutes les expositions et haies. — Très utile pour le reboisement des terres noires.

CÉLASTRINÉES.

Evonymus Europæus (L.). *Fusain d'Europe.* — Taillis et haies des basses montagnes.

RHAMNÉES.

Rhamnus cathartica (L.). *Nerprun purgatif.* — Buissons et haies.

Rhamnus Alpina (L.). *Nerprun des Alpes.* — Bois des moyennes et hautes montagnes.

Rhamnus frangula (L.). *Nerprun bourdaine.* — Bois humides inférieurs et haies.

PAPILIONACÉES.

Cytisus Alpinus (Mill.). *Cytise des Alpes.* — Forêts des hautes montagnes. — Employé avantageusement dans les terres noires des expositions froides et des grandes altitudes.

Cytisus sessilifolius (L.). *Cytise à feuilles sessiles.* — Taillis et bois de pins des basses montagnes. — On le rencontre aussi assez communément sur les terrains vagues et dans les terres noires, dans lesquelles il est employé avec avantage.

Ononis rotundifolia (L.). *Bugrane à feuilles rondes.* — Taillis et bois de pins inférieurs.

Colutea arborescens (L.). *Baguenaudier commun.*

AMYGDALÉES.

Prunus Brigantiaca (Vill.). *Prunier de Briançon.* — Cet arbuste, que l'on rencontre habituellement dans les haies disséminées au milieu des prairies des hautes vallées, est employé pour le reboisement des coteaux arides, notamment dans les terres noires où on le plante par lignes horizontales, aux expositions fraîches sur les versants inférieurs, à toutes les expositions aux grandes altitudes.

Prunus spinosa (L.). *Prunier épineux. Épine noire.* — Commun dans les haies. — On le plante quelquefois par lignes horizontales, en mélange avec d'autres essences, dans les terres noires aux expositions chaudes.

Cerasus avium (D. C.). *Cerisier-merisier.* — Bois et prés-bois inférieurs et moyens. — On le plante, par pieds disséminés, sur les atterrissements des barrages.

Cerasus padus (D. C.). *Cerisier à grappes.* — Assez commun dans les haies et dans les vallons boisés au milieu des prairies. — Peu employé.

Cerasus mahaleb (D. C.). *Cerisier mahaleb.* — Bois de Sainte-Lucie. — Coteaux pierreux boisés aux expositions chaudes et haies. — Employé sur les versants arides inférieurs et moyens.

ROSACÉES.

Spiræa filipendula (L.). *Spirée filipendule.* — Bois frais et prés-bois.

Fragaria vesca (L.). *Fraisier commun.* — Bois, buissons et haies.

Rubus idæus (L.). *Framboisier.* — Bois montueux.

Rubus fruticosus (L.). *Ronce arbrisseau. Mûrier des haies.* — Bois et forêts; haies, terrains vagues, terres noires. — Plante commune partout.

Rosa canina (L.). *Églantier sauvage.* — Bois, buissons, haies, terrains vagues et terres noires. — Cette plante, précieuse par sa remarquable aptitude à drageonner et par son extrême rusticité, est très employée dans les terrains arides, notamment dans les terres noires où on la plante en mélange avec d'autres essences.

POMACÉES.

Cratægus oxyacantha (L.). *Aubépine épineuse.*

Cratægus monogyna (Jq.). *Aubépine à une graine.*

Ces deux espèces végètent ensemble dans les bois inférieurs et moyens, dans les terrains vagues et dans les terres noires. On les emploie indifféremment l'une ou l'autre de la même façon que l'églantier.

Sorbus torminalis (Crantz.). *Alisier torminal. Alisier des bois.* — Bois au pied des montagnes. — Très rare. Pas employé.

Sorbus aria (Crantz.). *Alisier blanc.* — Bois montueux et prés-bois jusqu'aux grandes altitudes. — Peu employé.

Sorbus aucuparia (L.). *Sorbier des oiseleurs.* — Bois montagneux, prés-bois et crevasses des rochers jusqu'aux grandes altitudes. — On le plante, à l'état disséminé, sur les atterrissements, dans les ravins humides ou profondément encaissés.

Malus acerba (Mér.). *Pommier sauvage.* — Rare.

CUCURBITACÉES.

Bryonia Dioïca (L.). *Bryone dioïque.* — Buissons, haies.

ONAGRARIÉES.

Epilobium spicatum (Lam.). *Épilobe à épis.* — Bois montueux et haies.

GROSSULARIÉES.

Ribes uva-crispa (L.). *Groseiller épineux. Groseiller à maquereau.* — Bois inférieurs et haies. Lieux incultes et pierreux.

CORNÉES.

Cornus sanguinea (L.). *Cornouiller sanguin.* — Bois inférieurs, clairières, buissons et haies. — Peu employé.

LORANTHACÉES.

Viscum album (L.). *Gui blanc.* — On le rencontre très fréquemment sur les pins sylvestres.

CAPRIFOLIACÉES.

Lonicera nigra (L.). *Chèvrefeuille à fruits noirs.* — Bois montueux.

Lonicera xylosteum (L.). *Chèvrefeuille à balais.* — Commun dans les haies et dans les bois inférieurs.

Lonicera Alpigena (L.). *Chèvrefeuille des Alpes.* — Bois montueux et prés-bois.

Lonicera cærulea (L.). *Chèvrefeuille à fruits bleus.* — Bois et prés-bois moyens et supérieurs.

Viburnum opulus (L.). *Viorne obier.* — Bois frais.

Viburnum lantana (L.). *Viorne flexible.* — Bois, buissons, haies. On la rencontre communément aussi dans les terrains vagues et dans les terres noires, où elle paraît susceptible d'être employée avantageusement.

Sambucus racemosa (L.). *Sureau à grappes.* — Forêts de résineux de la zone moyenne, sur les terrains pierreux.

COMPOSÉES.

Solidago virga aurea (L.). *Verge d'or.* — Coteaux boisés, buissons et haies.

Cacalia Alpina (Jq.). *Cacalie des Alpes.* — Versants humides et ombragés des hautes montagnes.

VACCINIÉES.

Vaccinium myrtillus (L.). *Airelle myrtille.* — Forêts des versants siliceux formés par les grès nummulitiques ou du flysh.

Vaccinium vitis idæa (L.). *Airelle canche.* — Bois, clairières.

ÉRICINÉES.

Arbutus uva-ursi (L.). *Busserole officinale. Arbousier traînant. Raisin d'ours.* — Bois moyens et supérieurs, terrains vagues des hautes montagnes.

OLÉACÉES.

Fraxinus excelsior (L.). *Frêne commun.* — Bois et prés-bois; bords des eaux, ravins. Cette essence, non moins précieuse par le fourrage que fournissent ses feuilles que par la qualité de son bois, est employée, à l'état disséminé, sur les atterrissements dans les ravins humides ou au moins frais.

Ligustrum vulgare (L.). *Troène commun.* — Bois inférieurs et haies.

LABIÉES.

Salvia glutinosa (L.). *Sauge glutineuse.* — Bois montueux inférieurs et moyens.

Stachys Alpina (L.). *Épiaire des Alpes.* — Bois humides.

THYMÉLÉES.

Daphne mezereum (L.). *Daphné bois-gentil.*

ULMACÉES.

Ulmus campestris (Sm.). *Orme champêtre.*

Ulmus suberosa (Ehrh.). *Orme subéreux.*

Ces deux essences sont disséminées dans les bois des versants inférieurs et moyens et dans les haies. On les emploie notamment dans les terres noires en mélange avec d'autres essences.

Ulmus montana (Sm.). *Orme de montagne. Orme à grandes feuilles.* — Bois montueux frais. — Rare. Peu employé.

CUPULIFÈRES.

Quercus sessiliflora (Sm.). *Chêne rouvre. Chêne blanc* (Midi). — Il forme, en mélange avec d'autres essences, des taillis généralement chétifs sur les versants inférieurs des montagnes en aval du Lauzet et reparaît exceptionnellement au pied du fort de Tournoux, en plein massif alpestre. Il est toujours plus ou moins pubescent. Pas employé, vu la rigueur du climat.

Fagus sylvatica (L.). *Hêtre commun. Fau. Fayard.* — On rencontre cette essence seulement en aval de Barcelonnette, dans les taillis et forêts de résineux aux expositions fraîches, et disséminée au milieu des rochers. On ne l'emploie pas dans les travaux.

CORYLACÉES.

Corylus avellana (L.). *Coudrier noisetier.* — Bois des versants inférieurs. — Employé quelquefois et planté alors par bouquets, surtout dans les berges des torrents.

SALICINÉES.

Salix alba (L.). *Saule blanc.*

Salix vitellina (L.). *Osier jaune* (variété du précédent).

Abondamment répandues dans les iscles et le long des eaux, ces deux essences sont très employées en boutures sur les atterrissements et dans les fascinages et les clayonnages.

Salix fragilis (L.). *Saule fragile.* — Bord des eaux. — Peu employé.

Salix pentandra (L.). *Saule à cinq étamines.* — Lieux humides, marécageux et tourbeux des hautes vallées. — Pas employé.

Salix amygdalina (L.). *Saule amandier. Saule à trois étamines.* — Assez répandu dans les iscles. On l'emploie sur les atterrissements.

Salix incana (Schr.). *Saule drapé.*

Salix purpurea (L.). *Saule pourpré. Osier rouge.*

Ces deux saules, que l'on rencontre habituellement ensemble, sont très communs dans les iscles, dans les haies et le long des torrents et ravins jusqu'aux grandes altitudes. On les trouve même sur les terrains vagues et dans les terres noires au fond des petits ravins. Ils sont constamment employés en boutures dans les fascinages et clayonnages et sur les atterrissements, même sur les plus petits et les plus secs.

Salix Caprœa (L.). *Saule marceau* — Bois et forêts aux expositions fraîches. — Peu répandu. Employé sur les atterrissements des barrages et dans les terres vagues un peu humides des versants inférieurs et moyens.

Salix daphnoïdes (Vill.). *Saule daphné. Saule noir.* — Iscles et bords des eaux jusque dans les hautes vallées. On l'emploie sur les atterrissements et surtout pour les clayonnages.

Populus alba (L.). *Peuplier blanc.* — Iscles et bords des eaux dans les grandes vallées. Rare. Peu employé.

Populus tremula (L.). *Peuplier tremble.* — Il forme quelquefois de petits bois à lui seul. On le rencontre généralement, en plus ou moins grande abondance, dans les iscles, dans les bois inférieurs et moyens et dans les bouquets d'arbres épars au milieu des prairies. On le plante par drageons, au pied des berges des torrents et sur les atterrissements.

Populus nigra (L.). *Peuplier noir. Peuplier franc.* — Commun dans les iscles et le long des torrents jusque dans la zone moyenne. On le propage par boutures sur les berges des torrents et sur les atterrissements.

BÉTULACÉES.

Betula alba (L.). *Bouleau blanc. Bouleau commun.* — Iscles; bois humides; bords de l'Ubaye. — On ne le rencontre guère que disséminé çà et là. On l'a planté quelquefois, mais en très petite quantité, sur des atterrissements sablonneux à base de silice.

Alnus incana (D. C.). *Aune blanc.* — C'est, par excellence, l'arbre des torrents qu'il suit jusque dans leurs dernières ramifications, remontant ainsi depuis les ravins des terres noires qui occupent les versants inférieurs des vallées jusqu'au milieu des prairies et des pâturages des hautes montagnes. Il est également très répandu dans les iscles dont il constitue parfois à lui seul la majeure partie. Sa grande propension à drageonner le rend éminemment utile pour le reboisement des ravins.

ABIÉTINÉES.

Pinus cembra (L.). *Pin cembro.* — On le rencontre à l'état de dissémination dans les forêts de mélèzes et de pins à crochets où il est quelquefois associé aussi au sapin et à l'épicéa. Il forme, dans la vallée de l'Ubaye, un seul massif pur, au sommet de la forêt communale du Lauzet. Arbre des grandes altitudes, il est appelé à rendre des services éminents pour le reboisement des hauts versants dénudés. On l'emploie beaucoup, tantôt par voie de semis dans les gazons, tantôt par voie de plantation. Mélangé, d'abord en assez faible proportion, à l'épicéa, au pin à crochets et au mélèze, il forme bientôt une partie importante du repeuplement dans la région supérieure du mélèze et devient enfin la seule essence encore employée au delà de 2,400 à 2,500 mètres d'altitude.

Pinus sylvestris (L.). *Pin sylvestre.* — Il ne forme de massifs purs aux expositions froides que sur les versants inférieurs, notamment sur ceux qui appartiennent à l'étage oxfordien (terres noires). Il appartient à la variété à branches étalées. On l'emploie presque toujours par voie de plantation.

Pinus uncinata (Ram.). *Pin à crochets.* — On le rencontre le plus habituellement au milieu des derniers pins sylvestres et dans les zones inférieure et moyenne du mélèze, soit par pieds disséminés, soit par bouquets plus ou moins étendus. Il constitue cependant à lui seul un massif d'une certaine importance au-dessus de Jausiers. On l'emploie tantôt par voie de semis, lorsque le terrain offre en-

core quelques débris des anciens gazons, tantôt par voie de plantation, dans la zone immédiatement supérieure à celle du pin sylvestre.

Larix Europæa (D. C.). *Mélèze.* — Il constitue de vastes forêts depuis le fond des hautes vallées, où il est alors mélangé au pin sylvestre, jusqu'aux grandes altitudes, où il n'est plus dépassé que par le pin cembro. Dans la zone intermédiaire, il couvre de grandes étendues, tantôt et très souvent, à lui seul, d'autres fois en mélange avec le sapin, l'épicéa et le pin à crochets. Il végète à toutes les expositions et dans tous les terrains, même au milieu des rochers les plus arides en apparence, dans les fentes et les crevasses desquels ses fortes racines, obliquement et profondément pivotantes, trouvent la fraîcheur et la nourriture nécessaires. Très employé dans les travaux de reboisement, tantôt par semis direct au milieu des gazons, tantôt par voie de plantation, il constituera plus tard, seul ou mélangé aux essences qui l'accompagnent naturellement, l'immense majorité des repeuplements artificiels dans la vallée de l'Ubaye.

Abies excelsa (D. C.). *Épicéa commun.* — On le rencontre mélangé au pin sylvestre et surtout au mélèze, tantôt par pieds isolés, tantôt par bouquets plus ou moins étendus. Il constitue presque à lui seul des massifs assez importants. Abondamment répandu sur les versants moyens, il devient très rare dans les versants supérieurs. On trouve assez fréquemment une variété à branches pendantes (*V. pendula*), d'un aspect très gracieux. Il ne peut être qu'exceptionnellement employé dans de bonnes conditions dans les périmètres. Aussi son usage est-il restreint.

Abies pectinata (D. C.). *Sapin pectiné.* — On le rencontre dans la plupart des forêts, au-dessus de la zone du pin sylvestre, mais le plus ordinairement à l'état de dissémination. Il constitue cependant quelquefois, au milieu des forêts de mélèzes, des massifs purs assez étendus. — Pas employé.

TAXINÉES.

Taxus baccata (L.). *If commun.* — Rare.

II. — PRAIRIES NATURELLES FAUCHABLES

RÉNONCULACÉES.

Ranunculus acris (L.). *Renoncule âcre.* — Mauvaise plante, abondamment répandue.

Anemone Alpina (L.). *Anémone des Alpes.* — Commune depuis les prairies moyennes jusqu'aux pâturages élevés.

Anemone narcissiflora (L.). *Anémone à fleurs de narcisse.*

Anemone baldensis (L.). *Anémone fraise.* — Ces deux espèces dans les prairies élevées.

Trollius Europæus (L.). *Trolle d'Europe.* — Boule d'or. — Plante âcre et vénéneuse, abondante dans les prés montueux.

CRUCIFÈRES.

Arabis hirsuta (K.). *Arabette velue.* — Hautes montagnes.

Cardamine Alpina (D. C.). *Cardamine des Alpes.* — Hautes montagnes.

Biscutella lævigata (L.). *Lunetière lisse.* — On la rencontre aussi dans les prairies élevées, dans les pâturages et au milieu des rochers des montagnes élevées.

VIOLACÉES.

Viola pinnata (L.). *Violette découpée.* — Hautes montagnes.

Viola tricolor (L.). *Violette tricolore. Pensée.* — On la rencontre dans les prairies élevées et dans les pâturages.

CARYOPHYLLÉES.

Silene inflata (D. C.). *Silène à calice enflé.* — Depuis le fond des vallées jusqu'aux grandes altitudes.

Dianthus carthusianorum (L.). *Œillet des Chartreux.* — On le trouve aussi dans les lieux stériles.

GÉRANIÉES.

Geranium sylvaticum (L.). *Géranium des bois.*
Geranium aconitifolium (Lhér.). *Géranium à feuilles d'aconit.*

PAPILIONACÉES.

Tetragonolobus siliquosus (Roth.). *Tétragonolobe siliqueux.* — Prairies humides; bords des eaux.
Medicago falcata (L.). *Luzerne en faucille. Luzerne sauvage.* — Prés secs et terrains vagues. Bonne plante fourragère.
Trifolium badium (Schreb.). *Trèfle brunissant.* — Prairies des hautes montagnes.
Trifolium repens (L.). *Trèfle rampant.* — Très répandu jusqu'au milieu des pâturages. Cette excellente plante, que l'on trouve aussi dans les terrains vagues, paraît susceptible d'être employée avec avantage dans les travaux d'enherbement.
Trifolium pratense (L.). *Trèfle des prés.* — Très commun dans les bonnes prairies. Rare dans les pâturages.
Trifolium montanum (L.). *Trèfle des montagnes.*
Meliotus alba (Lam.). *Mélilot blanc.*
Meliotus officinalis (Lam.). *Mélilot officinal.* — Basses montagnes, graviers, bords des torrents. On pourrait peut-être semer avantageusement ces deux espèces sur les atterrissements, dans les ravines les plus sèches.
Hedisarum obscurum (L.). *Sainfoin des Alpes.* — Hautes montagnes. — On rencontre aussi cette excellente plante dans les terrains vagues et dans les terres noires, aux expositions froides et aux grandes altitudes, où on la propage artificiellement par voie de semis.
Onobrychis sativa (Lam.). *Sainfoin commun.* — Abondamment répandue dans les prairies inférieures et moyennes, cette plante, précieuse à cause de sa rusticité et de son puissant enracinement, est très employée dans les travaux d'enherbement; elle fixe rapidement le sol et fournit aux jeunes plants un premier abri.
Lathyrus pratensis (L.). *Gesse des prés.* — Rare.

ROSACÉES.

Spiræa ulmaria (L.). *Reine des prés.*
Geum rivale (L.). *Benotte des ruisseaux.*
Potentilla aurea (L.). *Potentille dorée.* — Prairies élevées.

OMBELLIFÈRES.

Dancus carota (L.). *Carotte commune.* — Vallées et coteaux.

Meum athamanticum (Jq.). *Fenouil des Alpes. Méum athamante.* — Prairies moyennes et supérieures ; pâturages. — Excellente plante qu'il serait utile de propager, mais qui exige de bons terrains.

Buplevrum ranunculoides (L.). *Buplèvre renoncule.* — Prairies élevées et rochers.

Pimpinella magna (L.). *Boucage à grandes feuilles.* — Prairies inférieures et moyennes un peu fraîches.

Astrantia major. *Astrance à larges feuilles.* — Prés et prés-bois montueux.

Astrantia minor. *Astrance à petites feuilles.* — Prés, prés-bois, pâturages.

Eryngium Alpinum (L.). *Panicant des Alpes. Reine des Alpes.* — Prairies élevées et pâturages.

RUBIACÉES.

Galium verum (L.). *Gaillet jaune. Caille-lait jaune.* — Prés et lisières des bois.

Galium mollugo (L.). *Gaillet blanc. Caille-lait blanc.* — Prés et bois humides.

COMPOSÉES.

Cirsium spinosissimum (Scop.). *Cirse très épineux.* — Prairies et pâturages des hautes montagnes.

Centaurea montana (L.). *Centaurée de montagne. Grand bleuet.* — Prés et près-bois.

Achillea millefolium (L.). *Achillée millefeuille.* — Très abondante jusque dans les pâturages. On la trouve aussi dans les terrains vagues et elle semblerait pouvoir y être assez souvent propagée avec avantage, par voie de semis, jusqu'aux grandes altitudes.

Leucanthemum vulgare (Lam.). *Grande marguerite.*

Aronicum scorpioides (D. C.). *Aronic scorpion.* — Prairies élevés; pâturages ; pierrailles.

Tragopogon pratensis (L.). *Salsifis des prés. Barbe-de-bouc.* — Prairies depuis le fond des vallées jusqu'aux grandes altitudes.

Hieracium (L.). *Épervière.* — Plusieurs espèces assez abondamment répandues, notamment les *H. pilosella* et *H. aurantiacum.*

CAMPANULACÉES.

Campanula barbata (L.). *Campanule barbue.* — Prairies élevées.
Campanula glomerata (L.). *Campanule agglomérée.* — Prairies et prés-bois.

VACCINIÉES.

Vaccinium uliginosum (L.). *Airelle uligineuse.* — Le long des eaux, au milieu des prairies élevées.

GENTIANÉES.

Gentiana lutea (L.). *Grande Gentiane.* — On la rencontre depuis le fond des vallées jusqu'aux grandes altitudes, dans les prairies et prés-bois, et même sur les terrains vagues et pierreux.
Gentiana Burseri (Lap.). *Gentiane de Burser.* — Hautes montagnes.
Gentiana punctata (L.). *Gentiane ponctuée.* — Hautes montagnes.
Gentiana asclepiadea (L.). *Gentiane asclépiade.* — Hautes montagnes.
Swertia perennis (L.). *Swertie vivace.* — Lieux humides des hautes montagnes.

CUSCUTACÉES.

Cuscuta minor (D. C.). *Cuscute à petites fleurs.* — Plante parasite très nuisible.

BORRAGINÉES.

Cerinthe minor (L.). *Mélinet à fleurs tachées.*
Myosotis Alpestris (Schm.). *Myosotis des Alpes.* — Très abondant dans toutes les prairies, dans les prés-bois et dans les pâturages.

PERSONÉES.

Rhinanthus crista galli (L.). *Rhinanthe à grandes fleurs. Crête-de coq.* — Cette plante abonde dans les prairies épuisées et s'étend jusque dans les pâturages.
Bartsia Alpina (L.). *Bartsie des Alpes.* — Lieux humides des hautes prairies.
Euphrasia Alpina (D. C.). *Euphraise des Alpes.* — Très commune

dans les prés-bois, dans toutes les prairies montagneuses et jusqu'au milieu des pâturages.

Pinguicula vulgaris (L.). *Grassette commune.* — Lieux marécageux ou tourbeux.

LABIÉES.

Salvia pratensis (L.). *Sauge des prés.* — Toutes les prairies. On la rencontre aussi sur les terrains vagues et dans les pierrailles. On pourrait peut-être la propager avantageusement sur les sols dénudés.

Brunella Grandiflora (Mœnch). *Brunelle à grandes fleurs.*

PRIMULACÉES.

Primula officinalis (Jq.). *Primevère officinale. Coucou.*

PLANTAGINÉES.

Plantago media (L.). *Plantain moyen.*

Plantago lanceolata (L.). *Plantain lancéole. Herbe à cinq côtes.* — Prés secs. Ces deux plantins végètent aussi sur les terrains vagues, et il serait avantageux de les propager artificiellement.

POLYGONÉES.

Rumex acetosa (L.). *Oseille sauvage.*

Poligonum bistorta (L.). *Renouée bistorte. Serpentère.*

Polygonum viviparum (L.). *Renouée vivipare.* — Cette plante, très commune dans les prairies élevées, se rencontre aussi dans les pâturages et sur les terrains vagues, où elle serait peut-être d'un emploi avantageux aux grandes altitudes.

EUPHORBIACÉES.

Euphorbia dulcis (L.). *Euphorbe pourpré.* — Mauvaise plante.

ALCHEMILLACEES.

Alchemilla vulgaris (L.). *Alchémille commune.* — Depuis le fond des vallées jusqu'aux pâturages élevés.

SALICINÉES.

Salix nigricans (Sm.). *Saule noircissant.*
Salix cinerea (L.). *Saule cendré.*
Vallons et bords des ruisseaux au milieu des prairies. Prés-bois.

Salix cæsia (L.). *Saule bleuâtre.*
Salix Laponum (L.). *Saule des Lapons.*
Salix myrsinites (L.). *Saule myrte.*
Salix arbuscula. *Saule arbuste.*
Le long des eaux, dans les prairies élevées. — On les emploie avec avantage dans les terrains humides et autour des sources, aux grandes altitudes.

COLCHICACÉES.

Colchicum autumnale (L.). *Colchique d'automne.*

LILIACÉES.

Tulipa sylvestris (L.). *Tulipe sauvage.* — Prés élevés.
Lilium martago (L.). *Lis martagon.*
Galantus nivalis (L.). *Perce-neige.* — Prés et prés-bois.

ORCHIDÉES.

Epipactis palustris (Ch.). *Épiaire des marais.*
Orchis globosa (L.). *Orchis globuleux*
Orchis conopsea (L.). *Orchis à long éperon.*
Orchis latifolia (L.). *Orchis à larges feuilles.*
Orchis maculata (L.). *Orchis à feuilles tachées.*
Prés et bois.

Eriophorum Alpinum (Gaud.). *Linaigrette des Alpes.* — Prairies marécageuses et tourbeuses des hautes montagnes.

CYPÉRACÉES.

Eriophorum capitatum (Host.). *Linaigrette en tête.* — Lieux humides des prés et des bois clairiérés.

Carex (L.). — Nombreuses espèces dans les prairies, dans les prés-bois humides et dans les lieux marécageux et tourbeux, depuis le fond des vallées jusqu'aux plus grandes altitudes.

GRAMINÉES.

Anthoxantum odoratum (L.). *Flouve odorante.* — Bonne plante fourragère des prairies inférieures et moyennes et des prés-bois inférieurs.

Phleum pratense (L.). *Fléole des prés.*

Alopecurus pratensis (L.). *Vulpin des prés.*

Agrostis vulgaris (With.). *Agrostide commune.*

Avena flavescens (L.). *Avoine jaunâtre.*

Avena pubescens (L.). *Avoine pubescente.*

Avena pratensis (L.). *Avoine des prés.*

Avena elatior (L.). *Avoine élevée. Fromental. Fénasse.* — Cette espèce fournit spécialement la graine connue sous le nom de *fénasse.* La fénasse contient en réalité des graines de toutes les graminées qui accompagnent ordinairement le fromental dans les prairies. Ainsi les graminées qui précèdent et celles que nous allons encore énumérer figurent, mais en proportion très variable, dans la fénasse du commerce que l'on emploie beaucoup dans les travaux d'enherbement.

Holcus lanatus (L.). *Houque laineuse.* — Peu répandue.

Holcus mollis (L.). *Houque molle.*

Poa pratensis (L.). *Paturin des prés.*

Dactylis Glomerata (L.). *Dactyle pelotonné.* — On la rencontre fréquemment dans les terrains vagues.

Festuca pratensis (Huds.). *Fétuque des prés.*

Bromus erectus (L.). *Brome des prés.*

Lolium perenne (L.). *Ivraie vivace.* — Prairies fraîches.

Remarque. Les graminées qui forment la base des prairies inférieures perdent de leur importance à mesure que l'altitude augmente et ne se rencontrent plus qu'en faible proportion dans les prairies élevées. Elles subsistent cependant jusque dans les pâturages supérieurs, où elles sont même parfois très abondantes; mais ce sont alors des espèces alpines spéciales à ces hautes régions.

III. — PATURAGES

RENONCULACÉES.

Ranunculus Pyrenæus (L.). *Renoncule des Pyrénées.*

Ranunculus montanus (D. C.). *Renoncule des montagnes.*

Thalictrum Alpinum (L.). *Pigamon des Alpes.* — Pierrailles.
Anemone vernalis (L.). *Anémone printanière.*

VIOLACÉES.

Viola biflora (L.). *Violette à deux fleurs.* — Lieux humides.
Viola Cenisia (L.). *Violette du mont Cenis.*
Viola lutea (L.). *Violette jaune.* — Très commune.
Viola calcarata. *Violette à long éperon.* — Très commune.

CARYOPHYLLÉES.

Silene acaulis (L.). *Silène à courtes tiges.* — Gazons courts, très serrés.
Dianthus Seguieri (Ch.). *Œillet de Séguier.* — Lieux pierreux.
Dianthus neglectus (Lois.). *Œillet négligé.* — Hautes montagnes.

PAPILIONACÉES.

Ononis Cenisia (L.). *Bugrane du mont Cenis.* — Elle est aussi très répandue dans les terrains vagues où elle serait peut-être susceptible d'être utilement propagée artificiellement.
Anthyllis vulneraria (L.). *Anthyllide vulnéraire.* — Très commune partout, même dans les terrains vagues. Cette plante semble avantageuse pour les enherbements.
Medicago lupulina (L.). *Luzerne lupuline. Minette dorée.* — Très répandue partout, même dans les terrains vagues. On trouve en elle un sérieux auxiliaire pour les enherbements.
Trifolium Alpinum (L.). *Trèfle des Alpes.* — Hautes montagnes.
Astragulus Monspessulanus (L.). *Astragale de Montpellier.* — Pâturages secs et pierreux des basses montagnes.
Astragalus onobrychis (L.). *Astragale esparcette.* — Pâturages inférieurs et moyens; terrains vagues et terres noires. On peut employer utilement cette espèce, ainsi que la précédente, sur les versants inférieurs vagues et arides.
Oxytropis montana (D. C.). *Oxytrope des montagnes.*
Onobrychis supina (D. C.). *Sainfoin couché.* — Pelouses sèches.
Coronilla vaginalis (Lam.). *Coronille engainée.* — Lieux pierreux.
Coronilla minima (L.). *Coronille couronnée.* — Coteaux secs.

ROSACÉES.

Dryas octopetala (L.). *Dryade à huit pétales.* — Hautes montagnes.

Geum montanum (L.). *Benoîte des montagnes.*
Potentilla grandiflora (L,). *Potentille à grande fleur.*

CRASSULACÉES.

Sempervivum tectorum (L.). *Joubarbe des toits.*

OMBELLIFÈRES.

Buplevrum gramineum (Vill.). *Buplèvre à feuilles de graminée.* — Pâturages élevés et rochers.

RUBIACÉES.

Galium Helveticum (Weig.). *Gaillet de Suisse.* — Lieux pierreux des pâturages élevés.

DIPSACÉES.

Scabiosa Graminifolia (L.). *Scabieuse à feuilles de graminée.* — Pâturages élevés, débris de rochers.
Scabiosa lucida (Will.). *Scabieuse luisante.* — Pâturages, prés et prés-bois montueux.

COMPOSÉES.

Centaurea uniflora (L.). *Centaurée uniflore.*
Antennaria dioïca (Gartn.). *Antennaire dioïque.*
Antennaria Carpathica (D. C.). *Antennaire des Carpathes.*
} Hautes montagnes.
Achillea nana (L.). *Achillée naine.* — Hautes montagnes.
Leucanthemum coronopifolium (G. G.). *Leucanthème corne-de-cerf.* — Lieux pierreux, rochers des hautes montagnes.
Leucanthemum Alpinum (Lam.). *Leucanthème des Alpes.*
Aster Alpinus (L.). *Aster des Alpes.*
Bellidiastrum Michellii (Cass.). *Marguerite de Michelli.*

COMPANULACÉES.

Phyteuma pauciflorum (L.). *Raiponce à petite tête.*

AZALÉACÉES.

Rhododendrum ferrugineum (L.). *Rhododendron ferrugineux.* — Hautes montagnes.

GENTIANÉES.

Gentiana acaulis (L.). *Gentiane à courte tige.* — Très commune à partir des prairies élevées.
Gentiana verna (L.). *Gentiane printanière.* — Hautes montagnes.

POLYGALÉES.

Polygala vulgaris (L.). *Polygala commun.* — Partout.
Polygala chamæbuxus (L.). *Polygala faux buis.* — Rare.

BORRAGINÉES.

Myosotis nana (Vill.). *Myosotis nain.* — Hautes montagnes.

PERSONÉES.

Veronica Allionii (Vill.). *Véronique d'Allioni. Thé des Alpes.* — Très abondante sur les hautes montagnes.
Pedicularis fasciculata (Bell.). *Pédiculaire fasciculée.*
Euphrasia minima (D. C.). *Euphraise naine.*

PRIMULACÉES.

Primula farinosa (L.). *Primevère farineuse.* — Lieux humides.
Primula crenata (Lam.). *Primevère à rebords farineux.* — Rochers des hautes montagnes.
Aretia vitaliana (Wild.). *Arétie de Vitalien.*
Androsace villosa (L.). *Androsace velue.*
Soldanella Alpina (L.). *Soldanelle des Alpes.* — Hautes montagnes.

GLOBULARIÉES.

Globularia cordifolia (L.). *Globulaire à feuilles en cœur.* — Pâturages et rochers.

PLANTAGINÉES.

Plantago Alpina (L.). *Plantin des Alpes.*

ALCHEMILLACÉES.

Alchemilla Alpina (L.). *Alchémille des Alpes.* — Hautes montagnes. Excellente plante, très commune dans les pâturages et même au milieu des rochers.

SALICINÉES.

Salix reticulata (L.). *Saule réticulé.*
Salix herbacea (L.). *Saule herbacé.*
Salix retusa (L.). *Saule émoussé.*

Ces très petits arbrisseaux constituent quelquefois, presque à eux seuls, les gazons des hautes montagnes. On peut les employer avec avantage pour l'enherbement, au point de vue de la fixation du sol des terrains vagues aux grandes altitudes.

COLCHICACÉES.

Colchicum Alpinum (D. C.). *Colchique des Alpes.*
Veratrum album (L.). *Varaire blanc.* — Mauvaise plante.

LILIACÉES.

Anthericum calyculatum (L.). *Anthérie à collerette.* — Lieux un peu humides.
Anthericum liliago (L.). *Anthérie à fleur de lis.*
Crocus vernus (All.). *Safran de printemps.*

ORCHIDÉES.

Orchis nigra (D. C.). *Orchis noir. Manette.*

GRAMINÉES.

Phleum Alpinum (L.). *Fléole des Alpes.* — Hautes montagnes.
Alopecurus Gerardi (Vill.). *Vulpin de Gérard.* — Hautes montagnes.

Agrostis Alpina (Scop.). *Agrostide des Alpes.* — Hautes montagnes.
Agrostis canina (L.). *Agrostide hétérophylle.* — Hautes montagnes.
Sesleria cærulea (L.). *Seslérie bleuâtre.* — On la rencontre dans les prairies et aussi dans les bois clairiérés.
Poa Alpina (L.). *Paturin des Alpes.* — Hautes montagnes.
Briza media (L.). *Brize moyenne.* — Pâturages inférieurs et moyens.
Festuca Halleri (All.). *Fétuque de Haller.*
Festuca duriuscula (L.). *Fétuque durette.*
Festuca glauca (Schr.). *Fétuque glauque.*
Festuca ovina (L.). *Fétuque ovine.*
Festuca pumila (Ch.). *Fétuque naine; élégante.*
Festuca rubra (L.). *Fétuque rouge.*
Nardus stricta (L.). *Nard raide.* — Rare.

} Pâturages élevés et terrains secs et pierreux.

IV. — TERRAINS VAGUES ET ARIDES; PIERRAILLES; TERRES NOIRES DÉNUDÉES; ROCHERS

RENONCULACÉES.

Ceratocephalus falcatus (Pers.). *Cératocéphale en faucille.* — Moyennes montagnes, aux expositions chaudes.
Helleborus fetidus (L.). *Hellébore fétide.* — Coteaux secs et arides.
Delphinium elatum (L.). *Dauphinelle élevée.* — Rochers des hautes montagnes.

BERBÉRIDÉES.

Berberis vulgaris (L.). *Épine-vinette.* — Plante très répandue partout, même dans les terres noires, depuis le fond des vallées jusqu'aux grandes altitudes. On la plante par lignes horizontales dans les terrains arides, notamment dans les terres noires.

CRUCIFÈRES.

Brassicaria repanda (D. C.). *Brassicaire sinuée.* — Terrains les plus arides.

Erysimum ochroleneum (D. C.). *Vélar jaunâtre.* — Lieux pierreux des hautes montagnes.

Alyssum montanum (L.). *Alysson des montagnes.* — Versants secs et arides.

Draba aizoïdes (L.). *Drave faux aizoon.* — Lieux pierreux élevés.

Thlaspi Alpestre (L.). *Tabouret alpestre.* — Hautes montagnes, débris de rochers.

Thlaspi montanum (L.). *Tabouret des montagnes.* — Lieux pierreux et secs.

CISTINÉES.

Helianthemum vulgare (Gartn.). *Hélianthème commun.* — Très répandu partout, même dans les terres noires.

RÉSÉDACÉES.

Reseda luteola (L.). *Réséda gaude.* — Partout, notamment dans les terres noires les plus arides.

CARYOPHYLLÉES.

Silene saxifraga (L.). *Silène saxifrage.* — Rochers.

Gypsophila repens (L.). *Gypsophile rampant.* — Graviers des torrents, cônes de déjections, éboulis, terrains vagues, terres noires.

Saponaria ocymoïdes (L.). *Saponaire basilic.* — Terrains vagues pierreux.

Alsine lanceolata (M. et K.). *Alsine lancéolée.* — Rochers des hautes montagnes.

Stellaria media (Vill.). *Stellaire morgeline. Mouron des oiseaux.* — Partout, dans les basses montagnes.

Cerastium latifolium (L.). *Ceraiste à larges feuilles.* — Débris de rochers aux grandes altitudes.

Cerastium Alpinum (L.). *Céraiste des Alpes.* — Lieux humides élevés.

LINÉES.

Linum tenuifolium (L.). *Lin à feuilles menues.* — Terrains vagues, pierreux des basses montagnes.

GÉRANIÉES.

Geranium Lucidum (L.). *Geranium luisant.* — Lieux pierreux incultes.

RHAMNÉES.

Rhamnus pumila (L.). *Nerprun nain.* — Fentes des pierres et des rochers calcaires aux expositions chaudes.

TÉRÉBINTHACÉES.

Rhus cotinus (L.). *Sumac fustet.* — Terres vagues pierreuses ou rocheuses des basses montagnes aux expositions chaudes, seulement en aval de Barcelonnette.

PAPILIONACÉES.

Genista pilosa (L.). *Genêt velu.*

Genista cinerea (D. C.). *Genêt cendré.* — Versants calcaires pierreux et secs, en aval de Barcelonnette.

Ononis natrix (L.). *Bugrane gluante.*

Ononis fruticosa (L.). *Bugrane arbrisseau.*

Graviers des vallées. Coteaux secs et arides, ravins, terres noires. Excellente plante, par suite de sa rusticité et de son enracinement traçant, éminemment apte à fixer les terres instables. Employée par semis.

Ononis spinosa (L.). *Bugrane épineuse.* — Coteaux pierreux des basses montagnes.

Lotus corniculatus (L.). *Lotier corniculé.* — Coteaux plus ou moins dénudés, prés, buissons, aux altitudes inférieures et moyennes. On pourrait peut-être utiliser cette plante dans les enherbements.

Astragalus aristatus (Lhér.). *Astragale aristée.* — Coteaux secs et pierreux, terres noires. On la rencontre aussi dans les pâturages où elle doit être considérée comme une plante nuisible.

Oxytropis campestris (D. C.). *Oxytrope des Alpes.*

Onobrychis saxatilis (All.). *Sainfoin des rochers.* — Coteaux pierreux, secs, et terres noires, aux expositions chaudes. On pourrait peut-être employer avantageusement cette plante dans les terres vagues et arides inférieures, notamment dans les terres noires, avec l'astragale aristée, le lotier corniculé et l'anthyllide vulnéraire.

ROSACÉES.

Geum reptans (L.). *Benoîte traçante.* — Débris des rochers des hautes montagnes schisteuses.

Geum montanum (L.). *Benoîte des montagnes.* — Débris des rochers et pâturages supérieurs.

Potentilla verna (L.). *Potentille printanière.* — Partout dans les zones inférieures et moyennes.

Rubus cæsius (L.). *Ronce bleuâtre.* — Terrains vagues et arides inférieurs, buissons, haies.

Rosa pimpinellifolia (L.). *Rosier à feuilles de pimprenelle.* — Coteaux secs et arides des basses et moyennes montagnes, haies.

Rosa Alpina (L.). *Rosier des Alpes.* — Terrains vagues et bois, clairières inférieures et moyennes.

Rosa glandulosa (Bell.). *Rosier glanduleux.* — Terrains vagues des hautes montagnes.

POMACÉES.

Cotoneaster vulgaris (Lindl.). *Cotonnier commun.* — Pierrailles et rochers.

Amelanchier vulgaris (Mœnch.). *Amélanchier commun.* — Versants inférieurs et moyens, plus ou moins rocheux, aux expositions chaudes. Plante très répandue, avantageusement employée dans les terrains secs et arides, inférieurs et moyens, notamment dans les terres noires.

ONAGRARIÉES.

Epilobium dodonæi (Vill.). *Variété de l'épilobe à feuilles de romarin.* — Bords des torrents.

TAMARISCINÉES.

Myricaria Germanica (Desv.). *Myricaire d'Allemagne.* — Graviers aux bords des eaux.

PARONYCHIÉES.

Paronychia capitata (Lam.). *Paronique en tête.* — Coteaux vagues et arides; cônes de déjections, terres noires.

CRASSULACÉES.

Sedum acre (L.). *Orpin âcre.* — Lieux secs et pierreux.
Sempervivum arachnoïdeum (L.). *Joubarbe à toile d'araignée.* — Rochers des hautes montagnes.

SAXIFRAGÉES.

Saxifraga oppositifolia (L.). *Saxifrage à feuilles opposées.* — Rochers des hautes montagnes.
Saxifraga aizoïdes (L.). *Saxifrage faux aizoon.* — Lieux humides.
Saxifraga aizoon (Jq.). *Saxifrage aizoon.* — Coteaux secs, rochers, terres noires.
Saxifraga muscoïdes (Wulf.). *Saxifrage mousse.* — Rochers des hautes montagnes.

OMBELLIFÈRES.

Laserpitum Gallicum (L.). *Laser de France.* — Coteaux vagues et arides et terres noires, depuis le fond des vallées jusqu'aux grandes altitudes. Employé dans les enherbements.
Buplevrum falcatum (L.). *Buplèvre des haies.*
Eryngium campestre (L.). *Panicant des champs.* — Lieux arides inférieurs et moyens.

VALÉRIANÉES.

Centranthus angustifolius (D. C.). *Centranthe à feuilles étroites.* — Plante abondamment répandue, par touffes isolées, dans les terrains vagues plus ou moins pierreux, aux expositions chaudes et jusqu'aux grandes altitudes.
Valeriana montana (L.). *Valériane de montagne.* — Lieux pierreux, au moins frais.

DIPSACÉES.

Scabiosa columbaria (L.). *Scabieuse colombaire.* — Terrains vagues et prés secs.

COMPOSÉES.

Echinops ritro (L.). *Échinope ritro.* — Terrains arides inférieurs.

Rhaponticum scariosum (Lam.). *Rhapontique scarieux.* — Débris des rochers et ravins aux expositions chaudes; moyennes et hautes montagnes.

Centaurea scabiosa (L.). *Centaurée scabieuse.* — Coteaux vagues et arides.

Leontopodium Alpinum (Cass.). *Pied-de-lion.* — Rochers des hautes montagnes.

Achillea nobilis (L.). *Achillée noble.* — Versants secs et chauds.

Artemisia mutellina (Vill.). *Génépi des Alpes.* — Rochers des hautes montagnes.

Artemisia absinthium (L.). *Absinthe commune.* — Coteaux incultes et pierreux de la zone moyenne.

Tussilago farfara (L.). *Tussilage pas-d'âne.* — Commun partout, même dans les terres noires les plus abruptes, pourvu qu'elles présentent quelques traces d'humidité.

Cacalia leucophylla (Wild.). *Cacalie à feuilles blanches.* — Débris des rochers, hautes montagnes.

Catananche cærulea (L.). *Cupidone bleue.* - Lieux stériles inférieurs, aux expositions chaudes.

Cichorium intybus (L.). *Chicorée sauvage.* — Partout.

Taraxacum officinale (Vill.). *Pissenlit.* — Partout.

CAMPANULACÉES.

Campanula Allionii (Vill.). *Campanule d'Allioni.* — Débris des rochers élevés.

Campanula Linifolia (Lam.). *Campanule à feuilles de lin.* — Hautes montagnes.

Campanula rotundifolia (L.). *Campanule à feuilles rondes.* — Lieux incultes, plus ou moins rocheux.

APOGYNÉES.

Asclepias vincetoxicum (L.). *Asclépiade dompte-venin.* — Plante très abondante sur les versants calcaires, pierreux, inférieurs et moyens, qu'elle est très apte à fixer par son enracinement traçant et drageonnant.

GENTIANÉES.

Gentiana cruciata (L.). *Gentiane croisette.* — Terrains vagues et pâturages inférieurs.
Gentiana ciliata (L.). *Gentiane ciliée.* — Lieux frais des basses moutagnes.

BORRAGINÉES.

Lithospermum officinale (L.). *Gremil officinal.* — Versants pierreux moyens, aux expositions fraîches.
Echium vulgare (L.). *Vipérine commune.*
Cynoglossum montanum (L.). *Cynoglosse de montagne.* — Versants secs et arides, moyens et même supérieurs.

SOLANÉES.

Solanum dulcamara (L.). *Morelle douce-amère.* — Pierrailles et haies.
Verbascum thapsus (L.). *Bouillon blanc.* — Zone inférieure.
Verbascum nigrum (L.). *Molène noire.* — Région inférieure.

PERSONÉES.

Linaria Alpina (D. C.). *Linaire des Alpes.* — Débris des rochers aux grandes altitudes.
Scrophularia canina (L.). *Scrophulaire pourpre noir.* — Graviers et bords des torrents dans les zones inférieures et moyennes.
Digitalis lutea (L.). *Digitale à petites fleurs.* — Terrains vagues et bois clairiérés des basses montagnes.

LABIÉES.

Lavandula spica (L.). *Lavande commune.* — Elle couvre parfois presque à elle seule des versants assez étendus au pied des montagnes, aux expositions chaudes. Utilement employée dans son aire d'habitation.
Thymus Serpyllum (L.). *Thym serpolet.* — Versants vagues et arides et pelouses sèches.
Hyssopus officinalis (L.). *Hysope officinal.* — Coteaux secs et pierreux, terres noires.
Satureia montana (L.). *Sarriette des montagnes.* — Débris des rochers

et terrains vagues, aux expositions chaudes. On pourrait peut-être l'employer avantageusement dans les terres noires avec la précédente.

Nepeta cataria (L.). *Népéta chataire.*

Galeopsis ladanum (L.). *Galéope des champs.* — Très commune dans les lieux incultes inférieurs et moyens.

Scutellaria Alpina (L.). *Toque des Alpes.* — Terrains vagues, rocailleux; bords des torrents; graviers.

Teucrium chamædrys (L.). *Germandrée petit chêne.* — Très commune sur les versants secs et arides. On pourrait peut-être l'employer avantageusement.

PRIMULACÉES.

Anagallis arvensis (L.). *Mouron des champs.*

GLOBULARIÉES.

Globularia vulgaris (L.). *Globulaire commune.* — Lieux secs inférieurs et moyens.

PLANTAGINÉES.

Plantago Graminea (D. C.). *Plantain à feuilles de graminée.* — Très répandu le long des torrents, sur les graviers. On le rencontre aussi dans les terrains vagues et même au milieu des terres noires.

POLYGONÉES.

Rumex scutatus (L.). *Rumex à écusson. Oseille ronde.* — Coteaux secs et pierreux, terres noires.

THYMÉLÉES.

Daphne Alpina (L.). *Daphné des Alpes.* — Débris de rochers.

ÉLÉAGNÉES.

Hippophaë rhamnoïdes (L.). *Argousier faux nerprun.* — Bords des eaux, cônes de déjections, graviers, terres noires, ravins. Cette plante est éminemment drageonnante et très apte, par conséquent, à fixer

les terres instables. On l'emploie cependant très peu, soit à cause de la lenteur de sa végétation, soit parce que l'on ne peut ensuite en tirer aucun parti.

BUXACÉES.

Buxus sempervirens (L.). *Buis commun.* Versants calcaires, vagues et arides inférieurs, en aval de Barcelonnette. Peu employé.

CUPRESSINÉES.

Juniperus sabina (L.). *Genévrier sabine.* — Versants vagues et arides jusqu'aux grandes altitudes, aux expositions chaudes surtout. Plante excellente pour la fixation des terres, mais ne paraissant pas susceptible d'être employée avantageusement à cause de l'extrême lenteur avec laquelle elle végète et de sa difficulté à reprendre quand on la transplante. On l'a cependant quelquefois élevée en pépinière. Elle se présente presque toujours à l'état buissonnant, dans la vallée de l'Ubaye, et couvre complètement le sol de ses rameaux longuement étalés.

Juniperus communis (L.). *Genévrier commun.* — Coteaux et versants dénudés, bois. Pas employé.

Juniperus oxycedrus (L.). *Genévrier oxycédre.* — Versants pierreux et bois inférieurs aux expositions chaudes. Rare.

LILIACÉES.

Ornithogallum umbellatum (L.). *Ornithogale en ombelles.* — Lieux pierreux, prés secs.

Gagea arvensis (Schr.). *Gagée des champs.* — Lieux incultes.

Muscari comosum (Mill.). *Muscari à toupet.* — Lieux incultes.

Muscari racemosum (Mill.) *Muscari à grappe.* — Lieux incultes.

GRAMINÉES.

Cynodon dactylon (Pers.). *Chiendent. Pied-de-poule.*

Lasiagrostis calamagrostis (Link.). *Calamagrostis argenté. Bauche.* — Terrains vagues et arides inférieurs et moyens, terres noires. Cette excellente plante forme d'épaisses touffes qui fixent très bien le sol; elle ne constitue jamais de tapis continu. On l'emploie le plus

souvent par semis. On en a quelquefois planté des éclats de touffes par lignes horizontales.

Melica ciliata (L.). *Mélique ciliée.* — Lieux pierreux inférieurs.

Triticum repens (L.). *Froment chiendent.* — Terrains secs, incultes; haies. Les animaux trouvent dans cette plante une excellente nourriture. Ce chiendent est employé avec avantage, par suite de sa remarquable aptitude au drageonnement, pour la fixation des terrains arides et notamment des terres noires.

NOTE F

(Citée à la Page 86.)

A l'appui des considérations émises sur la nécessité des radiers construits à l'aval des grands barrages et l'importance qui s'attache à leur résistance, nous croyons qu'il y aura quelque utilité à présenter ici le détail d'ouvrages que nous avons projetés tout récemment, et qui sont actuellement en cours d'exécution dans deux torrents redoutables de la vallée de Barcelonnette, le torrent de Riou-Bourdoux et le torrent de Faucon.

I. On termine en ce moment dans le torrent de Riou-Bourdoux la construction d'un grand barrage portant le n° 1, et dont les figures 97-98-99 et 100 représentent tous les détails.

Ce grand barrage est destiné à servir de base à tout le système de correction à appliquer à ce torrent, le plus redoutable de tous ceux de la région. Il est projeté vers le milieu de la gorge du torrent, et a pour but de produire, à son amont et sur une longueur de 1200 mètres environ, un puissant atterrissement susceptible d'être rehaussé par des ouvrages secondaires ultérieurs et appelé, tout en élargissant la section du lit, à consolider d'immenses berges de terres noires en état de glissements aujourd'hui sur les deux rives. Tous les ravins des bassins supérieurs du torrent ont été l'objet de travaux antérieurs de correction, et il ne reste plus à traiter que la branche principale dans sa section moyenne, par un système dont ce grand barrage est la base indispensable.

Aussi, vu les conditions tout à fait exceptionnelles où l'on se trouve, a-t-on été obligé de donner à cet ouvrage des dimensions supérieures à celles habituellement en usage.

Construit entièrement en maçonnerie avec mortier hydraulique, le barrage a 8 mètres de hauteur au-dessus du lit; sa longueur déve-

loppée est de 83m,50, son épaisseur au couronnement de 3m20 avec un fruit du cinquième au parement aval; les fondations ont 4m50 de profondeur.

En raison de son large développement et du volume parfois considérable des eaux, il est traversé par 5 grands pertuis ou aqueducs à l'étage inférieur, et 6 autres placés à l'étage supérieur. Les ouvertures de ces pertuis, destinés à ne laisser passer que les eaux et les boues liquides, sont garnies au parement amont par de fortes barres de fer entre-croisées et formant une sorte de grillage ayant pour but d'arrêter tous les blocs et moellons et de les maintenir à l'amont pour former un atterrissement des plus solides et des plus résistants.

Le sol, ferme et incompressible, étant formé jusqu'à une grande profondeur par les déjections du torrent, est susceptible d'affouillement. Aussi, en présence d'une chute qui atteindra 8 mètres de hauteur aussitôt que l'atterrissement sera formé, s'est-on grandement préoccupé de la question du radier qui doit répondre ici, au plus haut degré, aux conditions de solidité et de perpétuité indispensables ce genre d'ouvrages.

Le contre-barrage C, destiné à servir de tête de radier (*fig.* 97-9 et 100) est construit dans l'axe, à 17 mètres en aval du paremen amont du barrage *b*; le milieu de son couronnement, placé au nivea du lit, se trouve à 1 mètre en contre-bas du seuil de l'aqueduc cen tral.

Entre le barrage et le contre-barrage, à gauche et à droite, son construits deux murs verticaux *d* (*fig.* 98 et 99) de 1m,50 d'épaisseu distants chacun de 15 mètres de l'axe auquel ils sont parallèles, déterminant ainsi la forme annulaire du radier qui est absolumen plat.

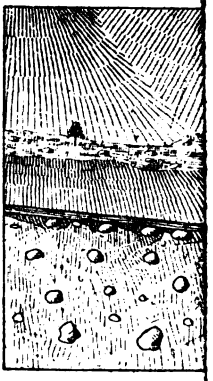
A 5 mètres en amont du contre-barrage, ce radier est traversé dans le sens normal à l'axe, par un mur *a* (*fig.* 99), parallèle au bar rage et au contre-barrage, et dont le couronnement en pierres d taille se trouve à 0m, 40 en contre-bas du seuil de l'aqueduc central

Ce mur *a*, en forme d'anneau, divise le radier en deux sections, e se trouve bâti à l'extrémité d'un massif de maçonnerie *f* (*fig.* 97 et 98) de 1m, 50 d'épaisseur, qui prolonge en aval les fondations du barrag dans toute la première section du radier comprise entre l'anneau et le barrage *b*.

Cette section est divisée en cinq compartiments *m* égaux, corres pondant aux 5 grands aqueducs, et déterminés par des murs verti caux *e* de 1 mètre d'épaisseur, parallèles à l'axe (*fig.* 98 et 99).

La seconde section annulaire du radier est divisée en trois com partiments *n* par deux murs *e* également parallèles à l'axe (*fig.* 99).

BARRAGE N°



Tous ces murs rectilignes *e* sont arasés au niveau du débouché horizontal du contre-barrage, de sorte que l'anneau *a* seul se trouve en saillie de 0m,60 au-dessus de leur niveau.

Les huit compartiments qui divisent ainsi le radier sont garnis de gros blocs posés debout et formant enrochement.

Dans les compartiments *m*, dont le fond est formé par le massif de maçonnerie *f*, les blocs sont placés de façon que leurs sommets viennent au moins à la hauteur de l'anneau *a*, et retiennent entre eux des blocs mis en travers sur les murs *e*, dans le but de protéger leur maçonnerie contre les effets de la chute des eaux. Ces blocs d'abri se trouvent pour ainsi dire moisés entre les blocs des compartiments : ils présentent donc toute garantie de stabilité.

Dans les compartiments *n*, les blocs sont placés de façon que leurs sommets dépassent un peu le couronnement du contre-barrage *c*, tout en demeurant en contre-bas du couronnement de l'anneau *a*.

A l'aval, au pied du contre-barrage, la fondation est prolongée sur un massif de maçonnerie de 1 mètre d'épaisseur et de 2 mètres de largeur. Ce massif de maçonnerie supporte un fort enrochement *h* placé dans une fouille ouverte à 45°.

Enfin, à droite et à gauche du radier, sont construits des murs de revêtement *r* inclinés à 90 0/0 (*fig.* 97-98 et 99).

Telle est la disposition de cet important radier, qui présente toutes les conditions les plus désirables de solidité et de facile entretien, ainsi que nous allons le démontrer :

La figure 98 indique que le couronnement du grand barrage est absolument plat en son milieu sur une longueur de 20 mètres, et se termine vers les ailes par deux arcs de cercle symétriques, et tangents à la partie horizontale. Cette forme spéciale a été adoptée dans le but d'épanouir les eaux des crues en une lame aussi mince que possible, et dès lors, d'autant moins puissante, au point de vue de l'affouillement, après une chute de 8 mètres de hauteur.

D'autre part, comme l'indiquent les figures 97 et 99, le radier est formé de deux gradins absolument plats, ayant une largeur de 33 mètres jusqu'aux murs de revêtement, de sorte que les eaux, en tombant de la hauteur du barrage, trouvent un espace bien plus large que le débouché du couronnement, et une sorte de palier hérissé, dans toute sa surface, par les pointes des grands blocs placés debout dans les compartiments.

De là, grandes facilités pour l'épanouissement immédiat de ces eaux, et l'annulation presque complète de leur vitesse.

Obligées, par le couronnement de l'anneau *a* du radier, de se répandre de nouveau en une lame régulière, ces eaux subissent là une

nouvelle chute, très faible, de $0^m,60$ au maximum; elles tombent ensuite sur un second palier, également hérissé par les pointes d'un puissant enrochement, placé debout.

Par ces deux paliers ainsi disposés, on supprime tout danger de remous de la part des eaux sur toute la surface du radier.

Enfin, après avoir traversé le couronnement du contre-barrage, elles prennent, sans chute sensible et avec une vitesse initiale presque nulle, la pente actuelle du lit en traversant l'enrochement *h* placé à l'aval du contre-barrage.

En brisant donc autant que possible la violence des eaux et l'effet de la chute sur leur vitesse, on a réalisé ainsi l'une des conditions les plus importantes de la stabilité et du maintien de l'ouvrage par la grande réduction de la puissance d'affouillement.

D'autre part, les conditions de sécurité et d'entretien facile, c'est-à-dire de perpétuité, sont assurées par la disposition des ouvrages. La figure 97 le démontre entièrement; admettons en effet qu'un phénomène météorologique des plus extraordinaires se passant dans le bassin de réception détermine une crue insolite, d'une violence plus grande encore que celles qui ont été constatées jusqu'ici et qui ont servi à déterminer la section du débouché; si cette crue provoque des affouillements, leur premier effet sera de déplacer les blocs qui forment l'enrochement *h*, mais il n'est pas à présumer que ces blocs, placés sur une épaisseur de $5^m,50$, viennent tous à être entraînés à la suite de l'affouillement pratiqué à leur aval dans le lit du torrent, par leur résistance à la force des eaux, car, précisément, ces eaux arrivent sur l'enrochement avec une vitesse presque nulle qui ne peut prendre de développement que plus loin, sur la pente du lit.

Supposons même que tous ces blocs soient entraînés pendant la crue; la fondation du contre-barrage, qui se prolonge de 2 mètres sous cet enrochement, présentera bien des garanties contre l'affouillement du pied de cet ouvrage, qui se trouvera, dès lors, maintenu, et l'on n'aura plus, une fois la crue passée, qu'à recharger et refaire au besoin l'enrochement *h*, opération d'autant plus facile et plus prompte que, sur les deux rives, on aura constamment entretenu un approvisionnement de blocs suffisant, précaution élémentaire.

Il est évident que, tant que le contre-barrage *c* demeurera intact, les enrochements *m* et *n* ne sauraient être compromis; formés en effet de blocs énormes, enchevêtrés avec art les uns dans les autres et placés debout sur une forte épaisseur, ils ne sauraient être soulevés par les eaux et entraînés au-dessus de l'anneau *a* ou du contre-bar-

rage *c;* ils sont condamnés à demeurer sur place, d'autant plus qu'ils sont encastrés dans des compartiments à parois fixes.

Mais, si, malgré les prévisions contraires, le contre-barrage lui même était enlevé, il est clair que les enrochements *n* seraient entraînés, et l'anneau *a* jouerait alors le rôle du contre-barrage disparu ; viendrait-il à disparaître lui-même, avec les enrochements *m*, que la solidité du grand barrage ne serait pas encore compromise, car il resterait, pour protéger son pied contre les affouillements, le grand massif en maçonnerie *f* sur lequel reposait l'enrochement *m* et à son extrémité l'anneau *a*. La crue une fois passée, il serait toujours possible de réparer les avaries, et l'on n'aurait subi, en fait de pertes, que la valeur même de ces avaries, le reste n'ayant pas bougé.

On voit donc, par ce rapide examen, quels sont les avantages d'un pareil système de radier. Hâtons-nous de dire que notre conviction est que les seules avaries à prévoir consisteront dans le déplacement des blocs supérieurs de l'enrochement *h*, qui, n'étant retenu que par les matériaux du lit, pourront être entraînés par suite de l'affouillement qui se produira à leur aval : mais ils ne seront jamais entraînés bien loin, et ils tendront peu à peu à s'enfoncer dans le lit par suite des affouillements successifs opérés autour d'eux ; de sorte qu'après plusieurs rechargements successifs, le lit se trouvera, à l'aval du contre-barrage, plus consolidé que jamais par une sorte de pavage en gros blocs, ayant une largeur tout simplement plus grande que celle qu'on lui avait attribuée au début.

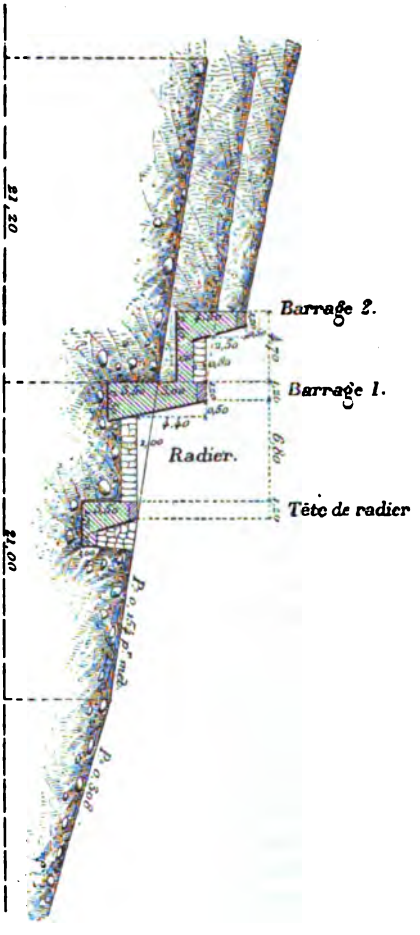
II. — La figure 101 donne le détail de la construction d'un radier en cours d'exécution dans le torrent de Faucon, au pied de barrages en gradins qui ne laissent pas de présenter un certain intérêt, et qui, pour la première fois, sont appliqués dans les barrages de correction.

Cette disposition a été imposée par la rareté des gros matériaux dans la section en cours de traitement. Il a fallu les réserver pour les couronnements et les enrochements et bâtir le reste avec des matériaux relativement petits ; dès lors s'imposait la nécessité de ne pas faire des ouvrages trop hauts qui auraient entraîné à des épaisseurs beaucoup plus fortes et exigé, à un moment donné, une trop grande quantité de matériaux.

On s'est donc contenté, pour débuter, de construire le barrage n° 1 avec son radier et contre-barrage ou tête de radier. Quand le barrage n° 1 aura été atterri, on trouvera facilement une quantité suffisante de matériaux amenés par le torrent lui-même sur l'atterrissement, matériaux qui permettront la construction économique du barrage n° 2.

Les fig. 101, 102, 103 et 104 donnent tous les détails de cette

construction intéressante, notamment en ce qui concerne le radier et le contre-barrage qui, par suite du peu de hauteur du barrage, se trouvent avoir des dimensions très réduites, qui procurent ainsi dans tout le système une économie très importante.



TORRENT DE FAUCON. — VALLÉE DE BARCELONNETTE (BASSES-ALPES).

Fig 101. — Barrages en Gradins. — Coupe en travers suivant l'axe.

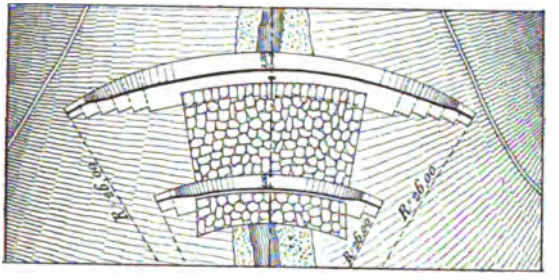


Fig. 102. — Plan des Ouvrages.

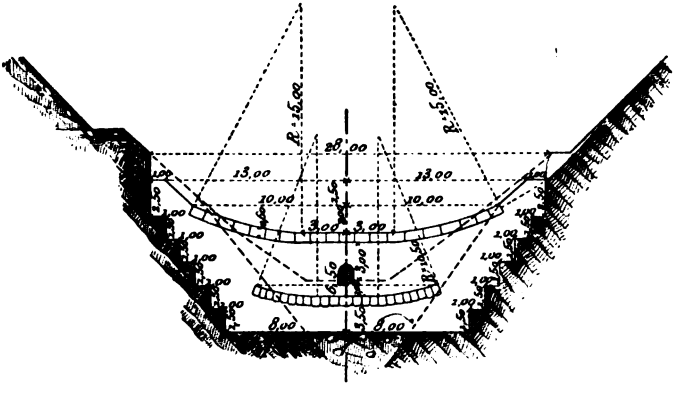


Fig. 103. — Élévation du Barrage dégagé des Terres.

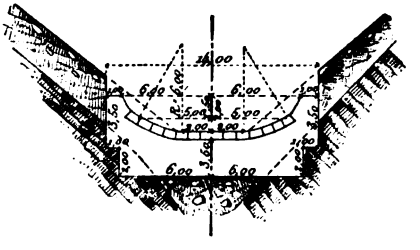


Fig. 104. — Élévation de la tête du Radier dégagée des Terres.

NOTE G

itée à la Page xiii de l'Avertissement.)

Les Départements des Basses et Hautes-Alpes.

En 1846, l'illustre économiste Blanqui, membre de l'Institut, dans un rapport adressé à l'Académie des sciences, qui l'avait chargé tout spécialement d'étudier la situation des Alpes françaises, faisait de la région qui compose le bassin de la Durance le navrant et saisissant tableau qui suit :

« L'observateur qui descend du Dauphiné vers la Provence, le long de la cime des Alpes, est arrêté à chaque pas par les anfractuosités bizarres et multipliées que présentent les montagnes. On n'y trouve pas, sur une étendue de près de cent lieues, un seul cours d'eau navigable, un seul de ces grands bassins tels que ceux de la Marne, de la Saône, de l'Yonne, qui vivifient des provinces entières. Les rivières des Alpes participent du caractère des torrents par leur pente rapide et par leur marche capricieuse sur un lit encombré de cailloux roulés. Tels sont le Drac, la Romanche et la Durance, qui offrent les types divers de ces cours d'eau inconstants et perfides où viennent se déverser, par d'innombrables affluents, les sources perpétuelles des glaciers, les fontes des neiges et les pluies d'orage de toutes les régions supérieures. Le Rhône reçoit, dans la partie basse de son cours, le produit vraiment extraordinaire de ces crues formidables qui ont acquis dans ces dernières années des proportions inaccoutumées et inquiétantes. Les torrents apportent ainsi leur contingent de dévastation aux plaines de Vaucluse, du Gard et des Bouches-du-Rhône, après avoir ravagé les montagnes, selon certaines lois de destruction que la science des ingénieurs a essayé de for-

muler, tant leur marche est devenue constante et infatigable! . .

. . . . . .

« Le ciel éclatant et limpide des Alpes d'Embrun, de Barcelonnette et de Digne se maintient, durant des mois entiers, pur du moindre nuage et engendre des sécheresses dont la longue durée n'est interrompue que par des orages pareils à ceux des tropiques. Le sol, dépouillé d'herbes et d'arbres par l'abus du pacage et par le déboisement, porphyrisé par un soleil brûlant, sans cohésion, sans point d'appui, se précipite alors dans le fond des vallées, tantôt sous forme de lave noire, jaune ou rougeâtre, puis par courants de galets et même de blocs énormes, qui bondissent avec un horrible fracas et produisent dans leur course impétueuse les plus étranges bouleversements.

« Lorsqu'on examine d'un lieu élevé l'aspect d'une contrée ainsi ravinée, elle présente l'image de la désolation et de la mort. D'immenses lits de cailloux roulés, de plusieurs mètres d'épaisseur, couvrent au loin l'espace, débordent sur les plus grands arbres, les cernent, les couvrent jusqu'au sommet, et ne laissent pas même au laboureur une ombre d'espérance.

« Il n'y a rien de plus triste à voir que ces échancrures profondes des flancs de la montagne, qui semble avoir fait irruption sur la plaine pour l'inonder de débris. A mesure que ces flancs se creusent sous l'action du soleil qui réduit le roc en atomes et de la pluie qui les charrie, le lit du torrent s'exhausse, quelquefois de plusieurs mètres par année, jusqu'au point d'atteindre le tablier des ponts et de les emporter. On distingue à de grandes distances, au sortir de leurs gorges profondes, ces torrents étalés en éventails de 3,000 mètres d'envergure, bombés vers leur centre, inclinés sur leurs bords et s'étendant comme un manteau de pierre sur toute la campagne.

« Telle est leur physionomie quand ils sont à sec, mais la parole humaine ne saurait décrire leurs ravages en termes capables de les faire comprendre, au moment de ces crues subites qui ne ressemblent à aucun des accidents ordinaires du régime des eaux fluviales.

. . . . . .

« Ces crues désastreuses produisent les effets les plus singuliers; parfois le torrent déchaîné est tombé à angle droit sur une rivière, et l'a forcée par le choc de remonter vers sa source; ailleurs, deux torrents, descendant l'un vers l'autre de deux pentes opposées, se livrent, dans le lit même de la rivière qui les sépare, un combat gigantesque, et se mitraillent de leur lave de cailloux. Ils affouillent profondément les terres sur leur passage, les charrient au loin pour

atterrir plus loin encore, et transplanter les héritages broyés et dispersés dans la campagne . . . . . .

« La contrée est un pays de pâturages dans les régions supérieures, et de petite culture dans les vallées; les forêts y sont fort rares, et appartiennent, *pour leur malheur,* aux communes... Leur produit est presque nul, les frais de garde sont au-dessus des ressources des localités, et les habitants sont les plus ardents à détruire ce qu'ils considèrent comme leur propriété collective. . . . . .

On se ferait une idée très incomplète de la viabilité dans les Alpes, si l'on supposait que le régime des routes n'y est exposé qu'aux éléments de dégradations communes aux autres parties du territoire. Les ingénieurs des Alpes sont toujours sur le pied de guerre : l'hiver pour déblayer la voie, au printemps pour la rétablir, en été pour la défendre des torrents. Un vent chaud qui fait brusquement fondre les neiges, un orage suivi de pluies diluviennes, un troupeau de chèvres ou de moutons qui fait rouler une grêle de pierres, une avalanche qui tombe au milieu du chemin, suffisent pour intercepter le passage. La nature abrupte et souvent effrayante du terrain ne permet pas d'éviter les pentes dangereuses, et force les ingénieurs à suspendre les routes sur des précipices dont la vue seule occasionne le vertige. Les ouvrages d'art se multiplient à chaque pas sous forme de ponts, de digues, de chaussées, de tunnels. Malgré ces efforts continuels, la circulation est très souvent interrompue; et il se passe peu de mois sans que des aventures tragiques viennent jeter l'inquiétude et la terreur au sein des populations. »

A la suite de l'enquête agricole de 1866, M. le Conseiller d'État Chassaigne-Goyon, chargé de l'étude de la région du sud-est de la France, décrit ainsi qu'il suit le département des Basses-Alpes dans son rapport dressé en 1868 :

« Ce qui frappe tout d'abord, quand on parcourt les parties montagneuses du département des Basses-Alpes, c'est l'aspect imposant, mais triste et désolé, qu'elles présentent. A la place des grandes forêts ou des riches pâturages qui, suivant la tradition locale, les couvraient autrefois, elles ne montrent plus que des cimes dénudées, des pentes arides où quelques broussailles retiennent encore le peu de terre végétale que les eaux n'ont pas entraînée, et des ravins profonds où les torrents ont roulé d'énormes avalanches de roches et de graviers. Çà et là, et comme perdues au milieu de ces dévastations, on aperçoit, à des hauteurs ou sur des pentes qui souvent paraissent inaccessibles, de pauvres habitations, les unes abandonnées, les autres, restes misérables de quelque exploitation plus im-

portante que des défrichements inintelligents ont voulu accroître, et dont les éboulements ont successivement emporté des lambeaux. De loin en loin on rencontre quelques villages entourés de petits héritages morcelés qu'une population rude au travail et à la fatigue a péniblement créés, et qu'elle défend plus péniblement encore contre les orages, les inondations et les autres causes de destruction qui menacent nos Alpes françaises. Puis, à de longs intervalles, apparaissent quelques rares prairies, quelques versants boisés, quelques plateaux où croissent de bonnes pâtures, et que leur moindre déclivité a sauvés de la ruine commune : *ce sont les oasis de ces immenses steppes.* Autour d'elles se continue, lente mais incessante, l'œuvre d'appauvrissement commencée depuis plus d'un siècle, c'est-à-dire depuis le moment où une législation respectueuse, trop respectueuse peut-être du droit de propriété, a permis de morceler et de défricher les bois, les pâturages, qui étaient autrefois la richesse et la sauvegarde de ces contrées. Chaque année, la couche de terre végétale qui recouvre les hauteurs se déchire et s'amoindrit de plus en plus ; chaque année, le lit de gravier du torrent s'élargit et s'élève peu à peu en empiétant sur les terrains fertiles des vallées riveraines ; chaque année, quelque pauvre famille voit se restreindre son modeste patrimoine, et l'on ne doit pas s'étonner que, sans cesse menacée dans ses moyens d'existence, la population se décourage et qu'elle émigre pour aller chercher ailleurs un bien-être plus facile et un travail plus rémunérateur.

« Ce n'est pas, Monsieur le Ministre, un tableau de fantaisie que je trace et que j'assombris à plaisir ; je dis ce que j'ai vu. Nous avons voulu visiter avec la commission départementale ces pauvres régions déshéritées, où tant de besoins nous étaient signalés comme appelant les investigations de l'enquête. Nous avons parcouru par des chemins impossibles, dont je parlerai dans un instant, toute la région montagneuse comprise entre la frontière italienne, Barcelonnette, Digne et Castellanne. Nous avons entendu de nombreux déposants nous exposer loyalement leurs peines, leurs travaux, leurs luttes contre le découragement, et en vous racontant les impressions qui me sont restées de ces longues excursions dans les Basses-Alpes, je crois n'être que l'interprète exact et fidèle de la pensée de tous nos collègues.

« Ce n'est pas d'ailleurs la première fois que cette situation est signalée à l'attention de l'administration. Elle l'a été en termes bien plus saisissants à diverses époques, et, pour que Votre Excellence comprenne mieux combien il importe que la haute sollicitude du gouvernement s'en préoccupe, je crois devoir appeler à mon aide

l'opinion de quelques-uns des hommes qui ont eu, comme moi, mission de l'étudier.

« En 1776, un membre des États de Provence, envoyé dans les Basses-Alpes pour apprécier le mal causé par de récentes inondations, s'exprimait ainsi :

« *Le seul aspect de ces contrées est fait pour effrayer tout administrateur patriotique; on n'y voit que des montagnes coupées à pic, des rivières dont le lit est extrêmement large avec fort peu d'eau, des torrents impétueux qui roulent dans les inondations des rochers d'une grosseur énorme, après avoir dévasté les terrains cultivables, des coteaux arides, suites fâcheuses des défrichements que l'on a fait sans précaution, des villages dont les habitants déguerpissent chaque jour, n'y trouvant plus le moyen d'y subsister, des habitations qui ne sont que chaumières et des habitants malheureux.*

« En 1780, M. Portalis, assesseur d'Aix et procureur du pays, disait dans l'Assemblée des Communautés de Provence :

« *L'état de la Provence n'est pas assez connu; dans les temps les plus calmes, notre existence n'est que précaire. Dans la moitié de la Provence, les campagnes sont sans cesse menacées par les torrents et les rivières. Il faut se défendre par des digues contre les débordements, et retenir par artifice un sol penchant toujours prêt à échapper. Telle est la position de la Provence, que les biens y sont périssables, l'entretien onéreux, les récoltes incertaines, les accidents fréquents et périodiques, et par intervalle la dévastation est entière et désolante.*

« Je dois faire remarquer qu'à l'époque où ces observations étaient adressées aux États de Provence, le mal était loin d'avoir fait les mêmes progrès qu'aujourd'hui. Une législation rigoureuse défendait alors, sous les peines les plus sévères, de détruire les bois et jusqu'aux simples broussailles qui croissaient sur le penchant des montagnes. Les défrichements des terrains en pente étaient aussi sévèrement prohibés par les arrêtés de règlement du parlement de la Provence; les pâturages même étaient réglementés, et ces prescriptions généralement observées faisaient disparaître en grande partie les causes des ravages dont on se plaint actuellement. C'est surtout de 1789 ou plutôt de 1792, c'est-à-dire du moment où l'Assemblée législative eut proclamé pour tout propriétaire le droit d'administrer ses bois et d'en disposer comme bon lui semblerait, que date la progression rapide de ces mêmes dévastations. Les défrichements considérables suivirent presque immédiatement cette décision, libérale peut-être, mais évidemment contraire à l'intérêt bien entendu des régions montagneuses, et quelques années ne s'étaient pas écoulées que des correspondances officielles écrivaient:

« *Nos montagnes n'offrent plus qu'un tuf pierreux. Les défrichements se multiplient. Plusieurs communes viennent de perdre leurs récoltes, leurs troupeaux et leurs maisons par des débordements. Depuis Digne jusqu'à Entrevaux, le penchant des plus belles collines est mis à nu.*

« Suivait la demande de prohiber le défrichement des montagnes ayant plus de 35° de pente.

« On retrouve les mêmes observations, soit dans les brochures assez nombreuses qui ont été publiées sur la Provence, soit dans les rapports des Inspecteurs des Forêts, des Ingénieurs, des Préfets, et voici quelques passages d'un rapport que l'un de ces derniers adressait au Gouvernement en 1853 :

« *Il est certain que le sol productif des Alpes diminue chaque jour avec une effrayante rapidité, emporté qu'il est par le fléau sans cesse croissant des torrents. Toutes les montagnes des Alpes sont aujourd'hui dénudées en totalité ou en grande partie. Leur sol brûlé par le soleil, piétiné par le mouton qui, ne trouvant plus à sa surface l'herbe nécessaire à sa subsistance, gratte la terre pour y rechercher une racine qui le nourrisse, ce sol est périodiquement lavé, entraîné par la fonte des neiges et par les orages de l'été, il roule avec les cailloux qui formaient son sous-sol, et même avec des quartiers de roche . . . . . La dévastation s'accroît tous les jours. . . . . Là où il y a dix ans on voyait encore quelques bois, quelques champs en culture, il n'y a plus maintenant qu'un vaste torrent, il n'est de montagne qui n'en possède au moins un, et chaque jour il s'en forme de nouveaux.*

« *Il est bien évident que, dans ces conditions, la quantité de sol arable diminue tous les jours. J'en trouve encore la preuve dans la dépopulation du pays. En 1852, j'ai dû signaler au Conseil Général que, d'après le dénombrement fait en 1851, la population des Basses-Alpes avait diminué de 5,000 habitants, et les Maires auxquels j'ai demandé la cause de cette diminution ont été unanimes pour reconnaître qu'elle provenait de l'émigration des familles de cultivateurs qui ne trouvent plus aujourd'hui des moyens d'existence, là où leurs pères avaient autrefois l'aisance.*

« *Si des mesures promptes, énergiques, ne sont pas prises, il est permis de préciser le moment où les Alpes Françaises ne seront plus qu'un désert.... Chaque année aggravera le mal, et dans un demi-siècle la France comptera des ruines de plus et un département de moins.*

« L'état de délabrement et de ruine de notre frontière Alpienne produit donc la même impression pénible à tous ceux qui la voient. Tous signalent la nécessité de lutter avec énergie contre les causes qui l'appauvrissent et la dépeuplent, et l'Administration supérieure,

je m'empresse de le constater, n'est pas restée indifférente à ses souffrances, qui, depuis un demi-siècle, appellent de tous côtés son active sollicitude... De toutes les mesures qui peuvent être prises pour arrêter les dévastations que j'ai signalées au commencement de ce rapport, les plus urgentes sont celles qui auraient pour objet de fixer le sol des pentes les plus menacées par les torrents et les orages. Elles n'intéressent pas seulement les montagnes et les vallées, elles intéressent aussi la conservation des routes et celle des entreprises d'endiguement et d'irrigation. *Leur mise à exécution devrait donc être le point de départ des nombreux travaux que sollicitent les intérêts et les besoins du département des Basses-Alpes.* »

Ces navrantes descriptions des montagnes des Basses et des Hautes-Alpes ne sont que trop justifiées par les enseignements que fournit la statistique, tant au point de vue du mouvement de la population qu'à celui de la répartition des cultures sur la superficie du sol. Nous les résumons dans les deux tableaux suivants :

DÉPARTEMENTS.	ARRONDISSEMENTS.	NOMBRE DE COMMUNES.	ÉTENDUE.	POPULATION CONSTATÉE. EN 1846.	EN 1851.	EN 1856.	EN 1861.	EN 1866.	EN 1872.	EN 1876.	DIMINUTION EN 30 ANS.	TAUX de la DIMINUTION à tant p. 0/0.	DENSITÉ moyenne de la population par arrondissement.
			hectares.	habit.	habit.	habit.	habit.	habit.	habit.	habit.			
BASSES-ALPES.	1. Barcelonnette (Très montagneux.)	20	111,193	18,284	17,707	16,913	16,316	15,898	15,322	14,704	3,580	19.5	13.23
	2. Castellanne. (Très montagneux.)	48	129,955	23,831	23,201	22,816	21,820	20,897	20,221	19,335	4,496	18.8	14.86
	3. Sisteron (Montagneux, 1/4 en coteaux.)	49	109,983	26,114	25,385	24,146	23,729	22,673	22,514	21,554	4,560	17.5	19.59
	4. Digne (Montag. et coteaux par moitié.)	84	233,430	52,215	50,679	48,010	47,517	49,143	47,306	46,940	5,275	10,1	20.11
	5. Forcalquier (Plus de coteaux que de montag.)	50	110,496	36,231	35,098	35,249	35,154	33,910	33,969	33,633	2,598	7.0	30.57
	Totaux pour les Basses-Alpes.	251	695,057	156,675	152,070	147,134	144,536	141,521	139,332	136,166	20,509	13.0	19.56
HAUTES-ALPES.	1. Briançon. (Très montagneux.)	27	158.843	29,969	30,982	30,840	29,487	27,741	27,091	27,180	2,789	9.3	17.1
	2. Embrun. (Très montagneux.)	36	145,128	32,012	32,340	32,296	31,007	30,312	28,908	28,611	3,401	10.6	19.7
	3. Gap (Hautes montagnes et coteaux.)	126	249,454	68,585	68,716	66.420	64,420	64,606	62,896	63,303	5,282	7.7	25.3
	Totaux pour les Hautes-Alpes.	189	553,425	130,566	132,038	129,556	124,914	122,659	118,898	119,094	11,472	8.8	21.5
	Totaux pour l'ensemble des deux départements	440	1.248,482	287,241	284,108	276,690	269,450	264,180	258,230	255,260	31,981	11.0	20.4

De l'examen de ce tableau il résulte :

1° Qu'il se trouve un arrondissement, celui de Barcelonnette, où la densité moyenne de la population (nombre d'habitants par kilomètre carré) descend au chiffre de 13, 23; et un département (celui des Basses-Alpes) où elle n'atteint que 19, 56, alors que celle de la France entière est de 71 !

2° Que la dépopulation se manifeste dans ces deux départements alpestres avec d'autant plus d'énergie que la région est plus montagneuse et plus ravagée par les torrents : c'est ainsi que, dans les Basses-Alpes, la dépopulation atteint le taux de 19,5 p. 0/0 et de 18,8 p. 0/0 dans les arrondissements de Barcelonnette et de Castellanne, tandis qu'elle se réduit à 7 p. 0/0 dans celui de Forcalquier, beaucoup moins montagneux.

Il en est de même dans les Hautes-Alpes, où l'arrondissement d'Embrun présente le taux le plus élevé.

3° Que depuis 1861, année où l'on a commencé les grands travaux de reboisement, l'intensité de la dépopulation a considérablement diminué d'importance. On constate en effet que de 1846 à 1861, la dépopulation dans l'ensemble des deux départements se chiffre par une perte de 19,791 habitants en 15 ans, tandis que de 1861 à 1876, période de durée égale, pendant laquelle les travaux de reboisement se sont largement développés, elle se réduit à une perte de 14,190 habitants, soit une différence en moins de 5,601 en faveur de cette dernière période. Ce fait dément victorieusement les allégations de certains détracteurs du reboisement et démontre que l'on peut *créer des forêts dans ces régions sans y créer en même temps la solitude.*

État superficiel du sol au point de vue de la production.

La superficie des deux départements se décompose ainsi qu'il suit :

		BASSES-ALPES.	HAUTES-ALPES.	ENSEMBLE.
Contenances non imposables.	Arides	108,366h (15.0 0/0)	51,198h (9.2 0/0)	159,564h (12.6 0/0)
	Rivières, torrents, lacs, routes, chemins, etc. .	29,261 (4.2 0/0)	18,718 (3.4 0/0)	47,979 (3.8 0/0)
Contenances imposables.	Cultures diverses (champs, prés, vignes etc.), propriétés, bâties, etc . .	157,513 (22.9 0/0)	125,007 (22.6 0/0)	282,520 (22.8 0/0)
	Bois	123,108 (17.7 0/0)	94,041 (17.0 0/0)	217,149 (17.4 0/0)
	Vagues et pâtures. . . .	236,793 (34.0 0/0)	234,461 (42.3 0/0)	471,254 (37.7 0/0)
	Montagnes pastorales.	40,016 (5.7 0/0)	30,090 (5.5 0/0)	70,016 (5.7 0/0)
		695,057	553,125	1,248,482

Aux données contenues dans ces deux tableaux, il convient d'ajouter que les altitudes extrêmes varient de 250 mètres à 4,300 mètres.

D'après la statistique agricole de 1878, les terres cultivables en France, comprenant les labours, les vignes, les prairies naturelles et les vergers, occupent 62 p. 0/0 de la superficie totale du territoire; ici ces mêmes cultures se réduisent à 22,8 p. 0/0.

Les terrains non imposables ne dépassent pas en France 7 p. 0/0 du territoire, et dans les deux départements dont il s'agit, ils s'élèvent à 16,40 p. 0/0.

On comprend dès lors le triste portrait de cette malheureuse région tracé plus haut.

NOTE H

(Citée à la Page 373.)

Monographie du Périmètre de Faucon, Vallée de Barcelonnette (Basses-Alpes).

La plus grande partie du périmètre de Faucon est située sur le territoire de la commune de ce nom (Voir le plan, *fig.* 105).

Il comprend les bassins de réception des deux grands torrents de Faucon et du Bourget, et de deux ravins, Buriane et la Marquise. Tous ces cours d'eau sont tributaires de l'Ubaye.

La montagne dans le flanc de laquelle sont creusés ces torrents appartient à la grande chaîne de faîte qui sépare les deux vallées de l'Ubaye et de la Durance. Les crêtes rocheuses qui en forment le sommet ont une altitude moyenne de 2,800 mètres, et certains points culminants s'élèvent jusqu'à 3,000 mètres, tandis que le pied de la montagne s'abaisse dans la vallée à 1,200 mètres environ.

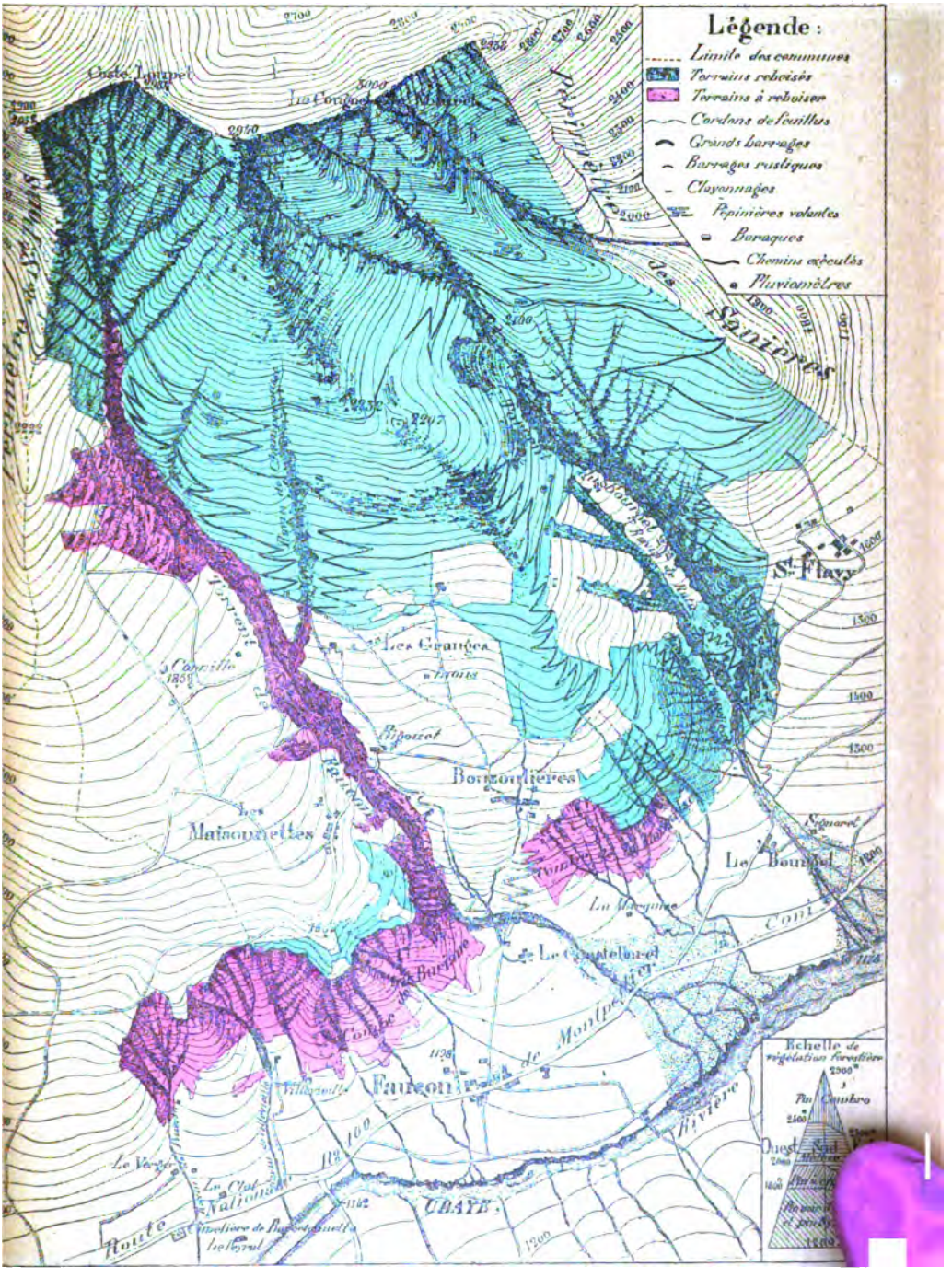
Les torrents de Faucon et du Bourget sont séparés par une croupe dont la direction générale, parallèle au lit des deux torrents, est sensiblement normale à la ligne de faîte et au cours de l'Ubaye. Les pentes sont très rapides, surtout dans les parties supérieures.

Les sommets de la montagne sont partout occupés par des schistes tertiaires appartenant à l'étage éocène et connus des géologues sous le nom de *flysh*. Au-dessous de l'altitude de 1,900 mètres, limite inférieure du flysh, se rencontre une ligne non interrompue de calcaires durs et compacts, dont la place géologique est encore inconnue, et qui sépare ici les terrains tertiaires des marnes noires secondaires (*marnes calloviennes*). Ces marnes descendent jusqu'à la

Fig. 105. — PÉRIMÈTRE de FAUCON près Barcelonnette (Basses-Alpes)

(Voir pages 484 et suivantes)

Contenance : 872[h], 20[a], 23[c]. **Équidistance des courbes : 20[m].**



vallée et sont recouvertes, sur certains points, par un diluvium, tandis qu'ailleurs elles sont complètement mises à nu. L'exposition générale de ces terrains est le sud.

Le torrent du Bourget est un torrent du 2e genre (Surell) bien caractérisé; il part d'un faîte situé à une altitude de 2,937 mètres, pour tomber dans l'Ubaye à une altitude de 1,174 mètres, ce qui implique entre ces deux points extrêmes une différence de niveau de 1,763 mètres; la longueur totale de son cours étant de 5,134 mètres, la pente uniforme idéale qui partirait de son origine pour aboutir à l'Ubaye serait donc de 34 p. 0/0 (*de Gayffier*, pl. 44).

Mais il est loin d'en être ainsi; on peut distinguer trois sections bien tranchées dans le profil en long. La courbe qu'il détermine, en remontant de l'aval vers l'amont, est d'abord aplatie, légèrement concave vers le ciel et présente des pentes variant de $0^m,07$ à $0^m,11$ par mètre, le tout sur une longueur totale de $1,220^m,80$. Cette première section représente le profil du cône de déjections dont le sommet se trouve à une altitude de $1,282^m,75$, soit à $115^m,20$ au-dessus du fond de la vallée, et dont la pente moyenne est de $0^m,09$ environ par mètre.

Puis commence le canal d'écoulement se développant sur une longueur de 1,764 mètres et présentant des pentes plus relevées, entremêlées de cascades. La différence de niveau d'une extrémité à l'autre dans cette section est de $475^m,14$, ce qui donne une pente moyenne de 26 p. 0/0 environ. C'est de là que provenaient ces *laves* souvent formidables, dues aux éboulements des berges et aux glissements que leur départ occasionnait sur les versants immédiats composés exclusivement de marnes *callovienes* à couches fortement redressées.

La troisième section enfin comprend la partie qui forme le thalweg du bassin de réception dont la surface totale ne dépasse pas 360 hectares. La longueur de cette section est de 2,150 mètres pour une différence de niveau de $1,172^m,11$, qui détermine une pente moyenne de $0^m,54$ par mètre. Le fond du lit ainsi que les berges sont en roche dure appartenant à l'étage du flysh et formant une série de cascades successives. Le torrent y est presque partout inoffensif au point de vue des *laves*, et n'entraîne que les débris des roches supérieures, qui se délitent sous l'action des agents atmosphériques.

Les deux principaux affluents du torrent du Bourget sont les ravins de Rata et de Chasse-Lièvre, qui tombent tous les deux sur la rive droite. Profondément entaillés dans les terres noires et les terrains de diluvium, ils sont souvent dangereux et peuvent être consi-

dérés comme de véritables torrents. L'un d'eux, le Rata, fournit un exemple frappant de l'extrême rapidité avec laquelle se forment ces ravins. Des vieillards se rappellent l'avoir sauté à pieds joints, en des points où ses berges mesurent aujourd'hui au moins 30 mètres de hauteur et 80 mètres d'ouverture (*de Gayffier*, pl. 21).

Le torrent du Bourget reçoit en outre dans la région supérieure un grand nombre de ravins de moindre importance. Quelques-uns traversent les marnes noires, mais le plus grand nombre coulent dans le flysh, et sont par suite assez peu dangereux.

Le deuxième grand torrent que l'on rencontre dans le périmètre est celui de Faucon.

Les terrains supérieurs, situés entre 2,984 et 1,900 mètres d'altitude, sont formés de schistes tantôt dénudés, tantôt recouverts d'une mince couche de terre presque entièrement dépourvue de végétation ligneuse et même herbacée.

Dans toute cette partie du torrent, les ravins sont peu profonds et les glissements fort rares. Le seul obstacle que rencontre la végétation ligneuse consiste dans les avalanches de neige qui s'y produisent régulièrement chaque année.

Plus bas, le torrent devient beaucoup plus redoutable. Il passe au milieu de terres marneuses noires et de terrains de transports sans consistance, formés de matériaux de toutes grosseurs. Les berges vives, qui, sur certains points, atteignent une hauteur de plus de 80 mètres, sont complètement dénudées et déchirées par de nombreux ravins secondaires. Dans toutes ces parties, où la pente varie de 20 à 40 p. 0/0, le torrent affouille son lit à chaque orage et détermine alors d'immenses glissements qui se répercutent à droite et à gauche sur une longueur de plus d'un kilomètre. C'est cette partie du torrent qui fournit les principaux matériaux des grandes laves.

Le cône de déjections vient ensuite. C'est un vaste triangle de 180 hectares environ de superficie sur lequel sont bâtis le village de Faucon et le hameau du Chastelaret. 60 hectares se trouvent à l'état de graviers incultes ; le reste forme la meilleure partie du territoire cultivable de la commune, mais tend sans cesse à diminuer, car chaque orage en détruit quelque parcelle.

Le torrent de Faucon reçoit plusieurs affluents et entre autres le ravin de Champerousse, qui contribue pour une large part à l'apport des matériaux dans la vallée ; les ravins de la Marquise et de Buriane, représentant de grandes déchirures dans des terres noires complètement dénudées et à pentes très raides, et enfin ceux de Ville-Vieille et de Pisse-Vin.

Le torrent de Faucon est une menace permanente pour le village de ce nom, qui, bâti sur le versant ouest du cône primitif, n'est défendu que par une digue complètement insuffisante. Celui du Bourget n'était pas moins redoutable pour le hameau du même nom.

Les terres cultivées qui couvrent le fond de la vallée représentent une valeur de plus d'un million de francs. Elles se trouvaient compromises par les progrès du fléau, qui s'aggravaient tous les jours. A chaque orage, des parcelles de ces riches terrains étaient ou entraînées ou englouties sous les déjections.

Dans la région moyenne de la montagne, les hameaux de Saint-Flavy, de Bouzoulières, des Granges et des Maisonnettes étaient de plus en plus menacés, et les cultures qui les entourent, entraînées par les éboulements, diminuaient à chaque orage.

La route nationale n° 100, de Montpellier à Coni, qui, sur un parcours de 3 kilomètres environ, traverse les cônes de déjections de ces torrents et de ces ravins, était fréquemment coupée ou ensevelie sous les décombres ; la circulation y devenait ou impossible ou fort périlleuse (*de Gayffier*, pl. 45).

Enfin les apports que ces torrents entraînaient vers l'Ubaye tendaient de plus en plus à exhausser le lit de cette rivière et à compromettre ainsi l'existence même de la ville de Barcelonnette, qui est située de beaucoup en contre-bas des digues destinées à la protéger.

La création d'un périmètre d'utilité publique s'imposait donc ici comme une nécessité urgente, car à un état de dégradation toujours croissant des bassins de réception, se réunissaient les conditions de sol, de climat, de pente et d'exposition les plus défavorables et présentant les dangers les plus imminents.

Étudié en 1861, dès le début de l'exécution de la loi du 28 juillet 1860, ce périmètre fut décrété le 25 mars 1863, sur une contenance de 706 hectares, en vue du reboisement intégral sur toutes ses parties où la végétation forestière pourrait être introduite. Le projet de périmètre ne rencontra pas une opposition bien vive lorsqu'il subit les premières phases de l'instruction ; le conseil municipal ne refusa pas son adhésion, mais se contenta d'émettre des doutes sur le succès de l'entreprise.

Les deux premières années furent employées au bornage, à des semis de fourragères, à la construction de petits barrages en pierre sèche et au reboisement de 7 hectares dans la partie basse.

Mais, dès 1864, l'œuvre se trouva entravée et presque compromise. A cette époque, la foi dans le succès du reboisement ne laissait pas d'être quelque peu ébranlée, à la suite de tentatives peu favora-

bles opérées dans un espace de temps bien court cependant et dans les conditions les moins concluantes, puisque, à ce moment où tout était nouveau, on ne possédait aucune donnée d'expériences, et on n'avait aucune tradition établie sur laquelle on pût s'appuyer sûrement. On aurait voulu des résultats prompts, immédiats. Devant les exigences du temps et de la végétation on perdit trop tôt patience, et on se rejeta avec trop d'entrain dans l'application de la nouvelle loi qui venait de paraître, la loi du 8 juin 1864, sur le gazonnement des montagnes.

Dans de semblables conditions, le périmètre de Faucon ne pouvait échapper à une révision. Un arrêté du 19 octobre 1864 prescrivit la substitution du gazonnement au reboisement sur 68 hectares pris sur les 706 que contenait le périmètre d'après le décret déclaratif d'utilité publique. Mais on ne s'arrêta pas là : en décembre 1866, de nouvelles propositions furent faites en vue d'augmenter de 584 hectares la zone à gazonner, ce qui aurait réduit à 54 hectares la surface à reboiser.

Ces propositions, présentées au conseil municipal de Faucon en 1867 et 1868, ne furent pas acceptées, non que cette assemblée voulût, en s'y opposant, manifester la moindre sympathie pour le reboisement antérieurement décrété, mais bien parce qu'elle partageait l'espoir, nourri par quelques meneurs d'alors, qu'elle obtiendrait la distraction de ces terrains du régime forestier et l'annulation du décret d'utilité publique.

On peut se féliciter aujourd'hui, à tous égards, que l'erreur dans laquelle a persisté ainsi le conseil municipal de Faucon ait sauvegardé ces 584 hectares de l'application de la loi sur le gazonnement, et les ait ainsi conservés au reboisement.

Ce premier périmètre renfermait la majeure partie des bassins de réception des torrents de Faucon, du Bourget, de Buriane et de la Marquise, et ne comprenait que des terrains exclusivement communaux.

Quelques années après, en 1866, on put se convaincre que la source principale des déjections du torrent du Bourget n'était pas comprise dans le périmètre, et on étudia un projet annexe qui fut décrété le 10 août 1868, sous le nom de périmètre du Bourget, et renfermait 28 hectares 26 ares 30 centiares, tous communaux encore.

A ces différentes époques, on était encore au début de travaux entièrement nouveaux pour tous; on tenait à ne donner aucun prétexte de mécontentement à l'opinion publique locale : on s'abstint donc, de parti pris, d'appliquer la loi aux propriétés particulières

riveraines des torrents, et l'on crut également devoir laisser en dehors du périmètre certaines parcelles communales occupant des berges cependant très dangereuses.

En 1872, les conditions étaient tout autres; l'expérience de dix ans de travaux, jointe à l'étude approfondie des torrents et des moyens de les éteindre, indiquait suffisamment ce qu'il restait à faire pour arriver au but qu'on se proposait, et on était fixé sur l'efficacité des méthodes à employer. On présenta dès lors un projet définitif qui comprenait toutes les parcelles omises antérieurement, fut l'objet d'un décret déclaratif d'utilité publique rendu le 28 juin 1874, et renferma une étendue totale de 872 hectares, dont 786 appartenant aux communes de Faucon et de Barcelonnette, et 86 à divers particuliers.

Les six premières années qui suivirent le premier décret (de 1863 à 1868) ne furent donc employées surtout qu'à des travaux de gazonnement et de petits barrages, et le reboisement ne porta que sur une minime surface de 10 hectares, car on espérait toujours l'acquiescement du conseil municipal, et le reboisement restait en suspens.

Les résultats de ces premiers travaux consistèrent dans la création d'une végétation herbacée, sur une surface de 450 hectares environ, et le reboisement de 10 hectares en pins noir et sylvestre.

En 1868, cette végétation herbacée était aussi complète qu'on pouvait le désirer. Le 17 juillet, un violent orage éclate sur ce périmètre et les petits barrages en pierre sèche, comme ceux en charpente, disparaissent, emportés par des laves, avec une rapidité que le gazonnement créé sur les versants et une mise en défends de près de sept années étaient loin de laisser pressentir à ceux qui avaient désespéré du reboisement.

Ce désastre, commun à tous les périmètres de la même région dans lesquels on avait abandonné le reboisement dès la loi du 8 juin 1864 pour lui substituer le gazonnement, démontra surabondamment l'insuffisance de ce mode de régénération des montagnes alpestres; et, par la force des choses, on revint aux travaux dont l'ensemble exécuté avec méthode peut seul assurer l'extinction des torrents, tant par la fixation du sol que par la retenue, le ralentissement et la division des eaux provenant soit des grands orages du climat sec, soit de la fonte subite des neiges.

Par suite du retard apporté à l'exécution du reboisement, il était indispensable de hâter les nouveaux travaux et de ne pas les disséminer sur toute la surface du périmètre; on choisit donc, dès 1869, pour objectif le torrent du Bourget, avec l'intention bien arrêtée

d'y terminer tous les travaux avant de passer au torrent voisin.

Le bassin de réception du torrent du Bourget présente une superficie de 360 hectares environ; dans la partie supérieure, d'une contenance approximative de 80 hectares, formée par une bande de rochers dont la base se trouve à une altitude de 2,500 mètres, on a semé du pin cembro partout où les intervalles des roches ont permis d'ouvrir de petits trous entre lesquels des semis très drus de graines fourragères ont été exécutés. Cette altitude convient très bien à ce précieux résineux, qu'il importe au plus haut degré de conserver et de propager.

A partir de la base des rochers, on a tracé, sur toute l'étendue de l'immense entonnoir formé par le bassin de réception, des lignes parallèles en travers de la pente, et espacées de 2 mètres environ. Sur les directions de ces lignes on a cultivé des bandes dites *brisées* d'une longueur de 6 mètres, bien horizontales sur cette faible longueur, et espacées entre elles de 3 mètres, mais alternant d'une ligne à l'autre, de manière que l'inférieure fermât bien le vide laissé par deux bandes supérieures.

La déclivité des versants étant partout excessive, les bandes n'ont reçu qu'une largeur de $0^m,50$ au maximum; on les a défoncées à $0^m,40$ de profondeur, et leur partie inférieure a été relevée par un talus, soit en pierres, soit en gazon, de façon à donner à la surface cultivée une pente inverse à celle du versant. Partout où les lignes rencontraient des ravines ou la moindre rigole d'écoulement des eaux, on a construit une série de barrages rustiques, destinés à retenir tous les matériaux amenés dans les différents thalwegs ainsi qu'à ralentir le cours des eaux.

De sorte que, dès 1870, une bonne partie de la région supérieure du bassin de réception s'est trouvée recouverte d'une vaste armature appelée à produire, dès le début, une partie de l'effet mécanique attendu de la végétation ultérieure, en divisant et en ralentissant l'écoulement des eaux pluviales.

En même temps on commençait les travaux à la région inférieure, composée entièrement de marnes noires. Ces travaux consistaient en fascinages solides et nombreux dans les ravines et en plantations de feuillus et de pins, ainsi qu'en semis de graines fourragères.

Au printemps de 1870, on exécuta le semis de toutes les bandes ainsi préparées : dans les parties inférieures situées à 1,600 mètres environ, on employa le pin noir pur; à 1,800 mètres, le pin noir mélangé au pin à crochets dans les expositions sud et ouest, et le pin noir mêlé à l'épicéa et au mélèze dans les expositions est;

enfin, de 2,000 mètres à la base des rochers supérieurs, on ne sema que du mélèze pur.

En même temps on eut soin de répandre sur les bandes des graines fourragères destinées à fournir une végétation herbacée qui protégerait les jeunes semis contre le soulèvement, très dangereux dans ces calcaires à semblable exposition, aussi bien que contre la persistance et l'excès de la sécheresse dans la saison chaude.

Concurremment avec ce travail, les parties nues des berges des ravins supérieurs furent plantées en feuillus tels que cytises des Alpes, pruniers de Briançon, sorbiers des oiseleurs, etc.

Ces travaux ont donné de très bons résultats. Les plants se sont bien développés sur les bandes et, comme sur beaucoup de points ils étaient surabondants, on en a employé une partie à garnir les vides concurremment avec les jeunes plants fournis par des pépinières volantes.

Dans les années suivantes, on a fait des semis à demeure de mélèze et d'épicéa dans les parties les mieux gazonnées, au moyen de petits trous faits à la pioche au milieu des gazons situés en dehors de la région des bandes. On a regarni les anciens semis de pin cembro avec des plantations de cette essence; et l'on a achevé le traitement des ravins à l'aide de barrages rustiques.

C'est ainsi qu'aujourd'hui tous les travaux sont terminés dans le bassin de réception du Bourget. Les terrains sont tous fixés et, sauf quelques regarnissages que l'on ne peut pas éviter quand on fait des reboisements à pareilles altitudes et sur des sols de cette qualité, il ne reste plus maintenant qu'à attendre que la forêt se développant produise son plein effet sur le régime du torrent.

En 1870, dès le début des travaux on avait eu soin d'établir des pépinières volantes de résineux sur les points avantageux des bassins de réception, on avait ouvert des chemins muletiers pour rendre facile l'accès de toutes les parties du périmètre et l'on avait établi à 2,300 mètres d'altitude un vaste baraquement destiné à loger les ouvriers.

Tandis que dans le haut on travaillait à créer la forêt on se préparait à entreprendre les travaux de correction dans les régions inférieures où ils étaient exclusivement nécessaires.

En 1870, on commença par la construction d'un grand barrage en maçonnerie de pierre sèche au point culminant de la section à corriger. Ce barrage fut destiné à retenir sur son vaste atterrissement les gros blocs qui, sans son intervention, n'auraient pas manqué de descendre et de compromettre la sécurité des ouvrages à établir ultérieurement dans la région inférieure.

On entreprit en même temps l'étude du système de correction à adopter. A cet effet on procéda aux levés du plan, du profil en long et des profils en travers de la section, et la représentation graphique qu'on en obtint permit de combiner le nombre, les dimensions et les emplacements des différents ouvrages à construire. On put dès lors établir un système raisonné, coordonné et surtout économique, car rien ne fut livré au hasard ou à la simple appréciation.

Ces études, qui durèrent plus de deux ans, fournirent en outre l'avantage précieux de pouvoir donner la construction de tous les ouvrages à l'entreprise par adjudications publiques, mode d'exécution qui aida singulièrement à la célérité et à la bonne confection des travaux.

En 1872 on débuta par la construction d'un premier barrage en maçonnerie de mortier hydraulique, qui fut entrepris dans les meilleures conditions d'emplacement et de bonne exécution.

Ce barrage, appelé à servir de base au système qu'imposait l'extinction du torrent du Bourget, est l'ouvrage le plus important qu'on ait fait encore dans les Basses-Alpes.

Ses dimensions sont les suivantes :

Longueur au couronnement, 30 mètres:

Épaisseur au couronnement, $2^{m},80$;

Hauteur au-dessus du lit actuel, 7 mètres;

Hauteur, y compris les fondations, $11^{m},35$.

Le parement d'amont est rectiligne et vertical;

Celui d'aval est circulaire, avec un fruit de 20 p. 0/0.

La flèche du couronnement est de 2 mètres pour une corde de 20 mètres, soit de 1/10e;

Celle de la courbure du parement d'aval, $0^{m},97$.

Un aqueduc de 1 mètre de largeur sur $1^{m},50$ de hauteur a été ménagé au niveau du lit.

Le parement d'aval est tout entier en gros moellons piqués, le couronnement en pierre de taille, et toute la maçonnerie est faite avec du mortier hydraulique.

Le cubé de la maçonnerie se compose de :

Maçonnerie ordinaire	548 m.c. 710
— de moellons piqués	191 — 740
— de pierre de taille.	43 — 860
Cube total.	784 m.c. 280

L'ouvrage a coûté 13,697 fr. 28 pour le prix de l'entreprise;
1,793 fr. 27 de travaux en régie.

Soit en tout . . 15,490 fr. 55

Les observations et les études nouvelles opérées pendant la construction de cet ouvrage entraînèrent certaines modifications, soit dans la forme, soit dans la maçonnerie, appelées à fournir une importante économie dans les travaux ultérieurs. C'est ainsi que, d'une part, on passa du parement amont rectiligne à un parement amont circulaire déterminant une forme annulaire à toute section horizontale et économisant une maçonnerie parfois inutile dans les ailes; et que, d'autre part, on substitua à la maçonnerie de mortier hydraulique pour tout l'ouvrage, la maçonnerie que l'on a désignée sous le nom de *mixte*, qui apporta dans les constructions une économie des plus importantes.

Pendant les années suivantes on continua, sans désemparer, l'exécution du système adopté, qui fut entièrement terminé en 1875.

L'ensemble des travaux comprend :

20 barrages dans le torrent de Bourget proprement dit;
3 — dans le ravin de Rata affluent de ce torrent.

Ces différents ouvrages sont destinés à relever, élargir et fixer le lit du torrent, à modifier ses pentes et à consolider les berges en les soustrayant aux érosions.

Le type adopté pour chacun d'eux a varié suivant les circonstances.

Dans les emplacements où les berges pouvaient subir des mouvements ou des dislocations, on a substitué aux parements circulaires des parements de forme rectiligne; ailleurs, pour un barrage établi dans des terres de médiocre résistance, on a construit un radier maçonné, relevé sur les côtés par deux murs en aile destinés à protéger les berges; le plus souvent on a donné la préférence à la maçonnerie mixte.

Le tableau ci-après donne la nomenclature des vingt-trois grands barrages que la correction du torrent du Bourget a réclamés :

N^os des BARRAGES.	CUBE DES BARRAGES — MAÇONNERIE — de pierre sèche.	ordinaire.	de moellons piqués.	de pierre de taille.	TOTAL.	DÉPENSES — de l'entreprise.	en régie.	totales.	ANNÉES de la construction.	OBSERVATIONS.
					Torrent du Bourget.					
1	» m.c.	262 m.c.	97 m.c.	19 m.c.	378 m.c.	10,811 fr.	969 fr.	11,780 fr.	1873.	
2	»	549	192	41	782	13,697	1,793	15,490	1872-1873.	
3	»	345	»	14	359	6,940	773	7,713	1875.	
4	23	128	»	8	159	3,029	674	3,703		
5	198	148	»	8	354	4,392	396	4,788		
6	284	146	»	9	439	5,146	396	5,542		
7	46	58	»	7	111	2,309	1,032	3,341	1874.	
8	71	70	»	6	147	2,351	1,032	3,383		
9	62	59	»	6	127	2,458	1,032	3,490		
10	47	65	»	7	119	2,614	1,032	3,646		
11	35	62	»	7	104	1,769	1,052	2,821		
12	128	114	»	9	251	3,485	1,052	4,537	1875.	
13	26	55	»	5	86	1,625	416	2,041		
14	»	247	»	5	252	4,863	359	5,222	1873.	
15	»	100	»	4	104	2,178	359	2,537		
16	183	129	»	14	326	4,696	133	4,829		
17	»	93	»	9	102	2,355	133	2,488	1874.	
18	»	74	»	8	82	1,931	133	2,064		
19	81	87	»	9	177	2,951	416	3,367	1875.	
20	300	»	»	»	300	3,000	298	3,298	1870.	
					Ravin de Rata.					
1	71	71	»	11	153	2,153	900	3,053	1874.	
2	39	47	»	8	94	1,371	576	1,947		
3	202	168	»	10	380	5,536	891	6,427	1875.	
	1,796 m.c.	3,077 m.c.	289 m.c.	224 m.c.	5,386 m c.	91,660	15,847 fr.	107,507 fr.		

De ce tableau il résulte donc que les vingt-trois ouvrages se décomposent ainsi quant au genre de maçonnerie adopté :

		Cube ensemble.	Prix de l'entreprise.	Prix moyen du mètre cube.
2	Maçonnerie de mortier avec parement aval en moellons piqués.	1,160 mèt. c.	24,508 fr.	21 fr. 12
5	Tout l'ouvrage en maçonnerie de mortier.	899 —	18,267 fr.	20 fr. 30
15	En maçonnerie mixte.	3,027 —	45,885 fr.	15 fr. 16
1	Maçonnerie de pierre sèche.	300 —	3,000 fr.	11 fr. »
	Totaux égaux :	5,386 mèt. c.	91,660 fr.	

Ces prix du mètre cube moyen (1) démontrent tout l'avantage de la maçonnerie *mixte*, qui joint à l'économie de la maçonnerie en pierre sèche, la solidité et les conditions de durée de la maçonnerie de mortier, ainsi que l'expérience l'a surabondamment démontré.

Les prix portés aux bordereaux des entrepreneurs ont été les suivants :

	Prix moyen.
Le mètre cube de maçonnerie de pierre de taille. . . .	49 fr. 00
— — de moellons piqués . . .	35 00
— — ordinaire	16 00
— — pierre sèche.	6 50
— — de déblais de terre et pierraille	0 50
— — de déblai de roc à la mine.	2 50
— — de transport à 25 mètres en brouette	0 50
Le mètre carré de taille pour le parement et le couronnement du barrage n° 20	4 00

Tous ces ouvrages se sont successivement atterris, les premiers très rapidement, les derniers bien plus lentement, par suite des travaux opérés dans la région supérieure, qui faisaient déjà sentir leur bon effet.

Il restait à conserver aux atterrissements ainsi obtenus tout l'effet de leur puissante épaisseur et de leur fortes pentes, et pour cela prévenir les affouillements longitudinaux et latéraux, ralentir la

(1) Voir la note K, page 504.

vitesse du courant, et le maintenir dans le nouveau lit qu'on voulait lui assigner.

Dans ce but, on construisit sur chaque atterrissement deux clayonnages longitudinaux parallèles, destinés à encaisser le lit définitif du torrent, puis on établit une série de clayonnages transversaux, présentant un couronnement concave vers le ciel, d'une hauteur variant de 35 à 50 centimètres, et échelonnés de manière que leurs arêtes médianes vinssent toutes affleurer la ligne de pente régulière de l'atterrissement. On créa ainsi une série de paliers encaissés et stables, qui satisfont aux conditions assignées plus haut.

La distance entre les clayonnages longitudinaux varie de 9 à 10 mètres; celle des clayonnages transversaux est uniformément de 5 mètres.

On procéda ensuite au talutage des berges et à leur plantation immédiate en essences résineuses ou feuillues, suivant les cas.

En même temps qu'on exécutait ces grands travaux dans le fond du torrent, on activait la correction des ravins dans les terres noires au moyen de fascinages et de clayonnages de 1er et de 2e ordre. C'est dans ces travaux qu'on employa pour la première fois les clayonnages de l'ordre à *longrine encastrée*. Les atterrissements de ces ouvrages aussitôt formés étaient plantés sur leurs bords au pied des berges, et pavés en leur milieu pour rendre le nouveau lit inaffouillable.

Dans les torrents de terres noires on exécuta de nombreux cordons de bouture de saules et de feuillus divers. Disposés en lignes horizontales, espacés verticalement de 2 à 3 mètres suivant les cas, ces cordons ne tardèrent pas à constituer une série de haies à l'abri desquelles il devint possible d'introduire les essences résineuses à titre définitif.

Enfin, dans le but de supprimer une série de glissements qui s'étaient manifestés sur les deux berges du torrent, à la suite des neiges abondantes de l'année 1877, on a eu recours à des drainages, peu profonds mais très ramifiés, qui, dès la première année, ont capté toutes les eaux d'infiltration et les ont amenées dans les collecteurs pavés à ciel ouvert, où elles continuent à descendre, après chaque hiver, de la façon la plus inoffensive, tout mouvement du sol ayant été arrêté net dès le fonctionnement des drains.

Afin de bien constater l'effet des travaux de correction de tous genres sur la stabilité des versants du torrent du Bourget, on avait eu soin, dès 1872, de lever avec le plus grand soin une série de grands profils en travers coupant tous les terrains en mouvement et aboutissant, vers chacune de leurs extrémités, à des couches ro-

cheusès stables sur lesquelles on a placé des bornes numérotées fournissant ainsi des repères fixes. Chaque année on a relevé les profils en travers passant par ces différents points, ainsi déterminés d'une façon certaine, et l'on a constaté que les mouvements du sol devenus d'abord de plus en plus rares et moins importants d'année en année, ont fini par cesser totalement et que partout la stabilité la plus complète est désormais assurée.

Tels sont les différents travaux exécutés dans le bassin du torrent du Bourget.

Dans le torrent de Faucon ce n'est qu'en 1875 qu'on a commencé les travaux. On a débuté par l'exécution du reboisement intégral du bassin de réception partout où le terrain s'est trouvé stable et l'on n'a réservé, pour être repeuplées ultérieurement, que les berges vives du torrent où des travaux de correction devaient préalablement apporter au sol une stabilité qui lui faisait totalement défaut.

Au lieu de procéder, comme dans le bassin du Bourget, par une série de bandes brisées, on a eu recours à des semis et à des plantations à *la pioche*, sans aucune préparation préalable du sol. Les semis ont été confinés exclusivement dans les rares endroits encore gazonnés, ainsi que dans les interstices des rochers de la région supérieure, on n'y a employé que le pin cembro et le mélèze. Dans tout le reste du bassin on a procédé par plantations de pin cembro, de mélèzes, d'épicéa, de pins à crochets et de pin noir, toutes essences que les pépinières volantes établies antérieurement ont fournies à mesure des besoins. Aussi l'opération a-t-elle été menée très rapidement et surtout fort économiquement. Les résultats ont dépassé les espérances et l'on n'a pas tardé à devenir maître de la majeure partie du grand bassin de réception, d'autant plus qu'en même temps on procédait à la correction des ravins par la construction d'un système complet de barrages rustiques en pierre sèche.

Aussitôt ces divers travaux terminés on a entamé les travaux dans le lit du torrent, en procédant de l'amont vers l'aval.

On a débuté par la construction, à des altitudes variant de 2,300 à 2,500 mètres, de trois grands barrages de *retenue*, en pierre sèche, susceptibles d'être exhaussés dans l'avenir et appelés à conserver à leur amont tous les débris provenant du délitement des roches qui occupent la partie supérieure du vaste entonnoir formant le bassin de réception.

On a procédé ensuite à l'exécution successive des barrages de *correction*.

Les premiers, situés aux plus grandes altitudes, ont été construits, au nombre de six, en pierre sèche à cause de la difficulté d'amener la chaux à pied d'œuvre. Cinq autres barrages, échelonnés à l'aval des premiers, ont été construits en maçonnerie *mixte*, et il reste encore, pour terminer les travaux de correction, à exécuter six autres ouvrages analogues, puis à traiter ensuite les berges et les atterrissements.

Enfin, la correction des combes de la Marquise et Buriane, creusées dans les marnes noires, et sillonnées par d'innombrables ravins, a été entreprise depuis quelques années et se trouve à moitié terminée.

L'ensemble des travaux exécutés jusqu'au 1er janvier 1881 dans le périmètre de Faucon a entraîné une dépense totale de 548,417 fr. qui se répartit ainsi qu'il suit :

	Quantités.	Dépenses.	Prix de revient moyen.	
1° TRAVAUX DE REBOISEMENT				160,368 fr.
Semis, plantations, enherbement, pépinières et buissonnement	754 hect.	160,368 fr.	212 fr. par hectare.	
2° TRAVAUX DE CORRECTION				315,156
Grands barrages en maçonnerie	37 hect.	184,937 fr.	4,998 fr. par barrage.	
Entretien de ces barrages	»	2,507	»	
Clayonnages longitudinaux et transversaux (enrochements et pavage du lit compris)	2,014 mèt.	15,342	7 fr. 60 le m. courant.	
Talutage des berges,	»	6,464	»	
Drainages	2,521	5,163	2 fr. 05 —	
Barrages rustiques en pierre sèche	579	33,787	58 40 l'un.	
Fascinages de 1er et de 2e ordre	2,407	33,109	13 75 l'un.	
Clayonnages de 1er et de 2e ordre	1,244	32,147	25 80 l'un.	
3° TRAVAUX DIVERS				72,593
Chemins et sentiers (entretien compris)	42,028 mèt.	25,286	0 fr. 60 le mètre.	
Barrières	2,950	2,082	0 70 le mètre.	
Baraques	6	5,400	900 fr. l'une.	
Frais divers (campement, études, transports, matériel, etc.)	»	39,825	»	
		548,417 fr.		548,417 fr.

Ce tableau fournit de très utiles renseignements.

Tandis, en effet, que les travaux de reboisement proprement dits ne figurent dans la dépense totale qu'au taux de. . . . . 29 p. 100
les travaux de correction atteignent. . . . . 57 p. 100
et les travaux divers. . . . . 14 p. 100

Mais cette proportion se trouvera modifiée par les travaux restant à exécuter. On estime la dépense restant à faire, aux sommes ci-après : 20,000 fr. pour les travaux de reboisement, 12,000 fr. pour les travaux divers et 90,000 francs pour les travaux de correction; d'où la dépense totale du périmètre une fois terminé s'élèverait en nombres ronds à 660,000 francs se décomposant ainsi :

Travaux de reboisement	180,000 fr.	soit 27 p. 100	de la dépense totale.
— de correction .	395,000	— 60 p. 100	—
— divers.	85,000	— 13 p. 100	—
	660,000 fr.		

En tenant compte de la part des dépenses diverses qu'ont nécessitées exclusivement les travaux de correction et en attribuant même la plus grande partie de ces dépenses diverses aux travaux de reboisement, on peut porter, au plus bas taux, à 66 p. 100 de la dépense totale la part des travaux de correction. Les conditions se trouvant dans ce périmètre entièrement analogues à celles de tous ceux à grands torrents, on peut en inférer que, dans les reboisements de terrains nus en montagne, le fait du torrent entraîne à une dépense triple et qu'il *en coûte ainsi trois fois plus cher de réprimer que de prévenir*.

Les quantités de graines et de plants employés dans les travaux de reboisement se décomposent ainsi :

Graines résineuses.	Pin cembro	4,400	12,478 kil.
	Mélèze.	4,557	
	Épicéa.	720	
	Pin à crochets. . .	563	
	Pin sylvestre. . . .	307	
	Pin noir d'Autriche	1,931	
Graines fourragères : Sainfoin, fenasse, etc.			42,614 —
Plants de résineux.	Pin cembro	133,000	2,954.000 —
	Mélèze.	681,000	
	Épicéa.	106,000	
	Pins noirs.	2,034,000	
Plants feuillus et boutures.			2,267,000 —

Les graines portées à ce tableau concernent les semis à demeure comme ceux en pépinières. Les quantités de graines de Pin Cembro

et de Mélèze dépassent sensiblement le chiffre normal qui aurait dû suffire. Cette forte augmentation est due à des phénomènes météorologiques qui se sont produits, en 1870, sous forme de gelées printanières très tardives (le 16 juin) et ont fait périr la plupart des jeunes semis à peine levés, et en 1871 sous forme de grêles qui, vers les sommets, ont détruit tous les semis insuffisamment abrités. Il a donc fallu, dans ces hautes régions (de 2,300 mètres à près de 3,000 mètres d'altitude) revenir deux fois sur les semis déjà exécutés.

Les plants résineux ont été employés, dans les terrains stables, à raison de cinq à six mille touffes par hectare suivant les essences, mais dans les pentes roides comme dans les berges on les a resserrées considérablement, au point d'atteindre en certains points 15,000 plants à l'hectare.

Enfin, dans le nombre des plants feuillus, les boutures entrent pour les trois quarts au moins, de la quantité employée. Placées dans les fonds de ravins, sur les atterrissements, au pied des berges, ces essences feuillues ont été plantées très serrées afin de leur permettre au plus tôt d'*étouffer* les ravins dans leurs épais massifs.

Les premiers résultats ont amplement dépassé les espérances et démontré dès à présent l'heureux effet des travaux entrepris.

Le champ d'observations était ici exceptionnellement avantageux. On connaisssait la marche des deux torrents de Faucon et du Bourget; on les avait vus à l'œuvre pendant les six années consacrées au gazonnement; la comparaison de leur fonctionnement pendant les orages de 1869 à 1877 devait fournir des données certaines sur l'effet des travaux exécutés pendant les huit dernières années.

Afin d'obtenir des documents précis au moyen desquels il deviendra possible, dans l'avenir, de constater les effets successifs produits par les travaux de reboisement sur le régime de ces deux torrents, on a ouvert, à partir de 1873, un registre renfermant la chronique et la statistique des crues successives.

Trois pluviomètres de l'Association scientifique de France ont été étagés à différentes hauteurs dans le bassin de réception de chacun des torrents du Bourget et de Faucon, qui se trouve partagé en trois zones superposées, dont la surface a été exactement calculée, et à chacune desquelles correspond un pluviomètre.

La zone inférieure comprend les altitudes de 1,300 à 1,700 mètres; la zone intermédiaire a pour altitudes extrêmes 1,700 et 2,300 mètres; la zone supérieure, partant de 2,300 mètres atteint les crêtes, dont la plus haute altitude est de 3,000.

La nécessité de ces trois zones a été démontrée par l'expérience : on a pu constater, en effet, que l'intensité des pluies était, en raison directe de l'altitude du lieu, dans ces deux bassins, à un degré tel, que le pluviomètre de la zone supérieure a constamment donné des hauteurs d'eau presque doubles de celles fournies par le pluviomètre inférieur.

A chaque orage on relève avec soin la hauteur de l'eau tombée et la durée de la pluie; en appliquant à ces hauteurs d'eau la surface respective affectée aux pluviomètres, on obtient le volume de l'eau tombée dans le temps indiqué par la durée de l'orage sur le bassin de réception de chaque torrent.

Ces premières observations ne présentent pas de difficultés; mais la mesure de la quantité d'eau écoulée dans le torrent et des matériaux entraînés ne peut s'obtenir avec une pareille approximation. L'emploi des formules ordinaires est ici absolument impraticable : aussi s'est-on contenté pour le moment de recueillir une certaine quantité d'observations permettant l'évaluation approximative de cette mesure. A cet effet, on a tracé sur le couronnement du plus grand barrage du Bourget (le n° 2) une échelle limnimétrique indiquant, sur la courbe du couronnement, les intersections d'une série de plans horizontaux espacés en hauteur de 10 centimètres. On a construit sur une des berges une guérite observatoire d'où l'on peut coter la durée des crues et leur hauteur sur une section parfaitement connue; on ne commencera à mesurer la vitesse de l'écoulement qu'au jour très prochain où le torrent ne charriera plus de matériaux, et alors seulement on obtiendra le débit de chaque crue en un temps donné.

En attendant, on relève certaines observations importantes, faciles à noter pour chaque torrent; au moment de chaque orage, on observe la durée de la crue, son intensité, sa nature, ses effets sur le canal d'écoulement et sur le cône de déjection, et le volume approximatif de la masse des matériaux.

Tous ces documents sont consignés sur le registre ouvert pour chacun des torrents. On comprend qu'au bout d'un certain nombre d'années, au fur et à mesure que les travaux de reboisement se développeront en étendue, en intensité et en efficacité, on obtiendra ainsi une série de rapports successifs entre la masse d'eau tombée dans un temps donné sur le bassin de réception et les effets produits sur la durée, la nature et l'intensité de l'écoulement. On arriva donc, d'année en année, à démontrer, par ces observations successives, les effets du reboisement, et à élucider la question si controversée aujourd'hui encore de l'utilité de la création de massifs forestiers

sur les grands versants des hautes montagnes présentant, la plupart du temps, des terrains imperméables.

Le 13 août 1876, un orage terrible donna lieu à d'intéressantes observations qu'il importe de relater. (Voir la note A, page 402.)

Il éclata à la fois sur les deux bassins de Faucon et du Bourget; dans l'un et l'autre, la pluie dura vingt-cinq minutes. Dans la région supérieure il tomba 42 millimètres d'eau, dans la région inférieure 12 millimètres.

Le torrent de Faucon fut aussitôt rempli d'un amas considérable de laves dont on a évalué le volume à 234,000 mètres cubes, dont 169,000 de matériaux et 65,000 d'eau, et qui mit une heure à s'écouler.

Dans le torrent du Bourget, qui seul avait été jusque-là l'objet des travaux de correction, on constata une simple crue d'eau légèrement trouble, qui atteignit sur l'échelle limnimétrique du barrage-repère une hauteur de 45 centimètres, et dura environ quatre heures.

Ces faits peuvent se passer de commentaires et montrent l'importance des résultats que l'on doit attendre des reboisements en cours d'exécution. Grâce aux massifs forestiers que l'on crée, les eaux d'orage, divisées à l'infini, ralenties sans cesse dans leur mouvement sur les fortes pentes du bassin supérieur, n'arriveront que peu à peu et successivement dans le thalweg principal; au lieu de ces masses formidables d'eau et de boue qui, rapidement agglomérées, se précipitaient dans le canal d'écoulement, les ruisseaux, appelés à remplacer les torrents, ne recevront plus que des apports d'eau pure; ils ne subiront plus que des crues longues à s'écouler et rendues inoffensives par l'armature du lit du torrent et de ses berges.

La végétation forestière, en prenant possession définitive du sol, préviendra le moindre ravinement, fixera les matériaux instables et retiendra une partie des eaux pluviales qui pourront pénétrer dans le sol et augmenter le jaugeage des sources.

Sur le cône de déjections on obtiendra le résultat inverse : à travers les matériaux qu'il a lui-même déposés autrefois, le ruisseau se creusera un lit définitif, stable; les riches terrains occupés aujourd'hui par les déjections du torrent seront rendus à l'agriculture, et les terres avoisinantes seront désormais protégées contre toute invasion nouvelle. Le hameau du Bourget, le village de Faucon, les hameaux de la région montagneuse, seront à l'abri du péril où les plaçait leur situation de plus en plus critique; enfin la circulation sur la route nationale n° 100 sera assurée d'une manière permanente, et le service des Ponts et Chaussées pourra jeter sur

les ruisseaux les ponts dont le régime des torrents a jusqu'ici rendu l'établissement impossible ou du moins fort dangereux.

Au point de vue local seul, les avantages qui seront ainsi réalisés peuvent se chiffrer ainsi qu'il suit :

1° Mise en culture sur le cône de déjections du Bourget, 25 hectares environ évalués à.. .	50,000 fr.
2° Protection des parties du cône livrées à la culture, 35 hectares	105,000 —
3° Mise en culture du cône de déjections du torrent de Faucon, 60 hectares.	120,000 —
4° Protection des parties du cône livrées à la culture.	360,000 —
5° Protection des villages de Faucon et du Bourget.	350,000 —
6° Protection des cultures et des six hameaux de la montagne	220,000 —
TOTAL.	1,205,000 fr.

Ainsi, sans compter les revenus que l'on aura créés, ni l'importante amélioration apportée au régime de l'Ubaye, ni les gages de sécurité acquis au profit de la ville de Barcelonnette et de la route nationale, le reboisement du périmètre de Faucon restituera à l'agriculture et protégera des terrains dont la valeur dépasse le chiffre de un million deux cent mille francs.

Pour assurer ces résultats, il reste, dans le bassin du Bourget, à compléter quelques travaux de défense secondaires, à regarnir les plantations sur un petit nombre de points; dans le bassin de Faucon, à continuer les travaux de consolidation des berges et du terrain : barrages, clayonnages, fascinages; à terminer la correction des ravins inférieurs et à parachever les travaux de peuplement.

L'ensemble de ces travaux réclame encore une dépense totale évaluée à 122,000 francs.

NOTE K

Différents Prix de revient de la Maçonnerie dans les travaux de Barrages construits dans la Vallée de l'Ubaye (Basses-Alpes).

Les grands barrages construits jusqu'en 1878 dans les périmètres en cours d'exécution dans la vallée de l'Ubaye (Barcelonnette, Basses-Alpes) sont au nombre de 45.

Le cube total de leur maçonnerie s'élève à 14,354^{m},372, d'où résulte un cube moyen de 318 mètres cubes en nombre rond par barrage.

La dépense totale s'est élevée à la somme de 250,434 fr. 53 cent., se décomposant ainsi :

Dépenses des entreprises.	210.645 fr. 39
Dépenses de la régie (somme à valoir) . . .	39,789 14
Total égal.	250,434 fr. 53

D'où il résulte que le prix total d'un barrage est de 5,565 francs, dont :

Pour l'entreprise	4,681 fr.
Pour la régie (somme à valoir).	884 —
Total.	5,565 fr.

Le cube moyen par barrage étant de 318 mètres cubes, on obtient pour le prix moyen du mètre cube 17 fr. 50 cent., dont :

Pour l'entreprise.	14 fr. 70
Pour la régie	2 80

Le tableau ci-après donne la répartition de ces 45 barrages d'après les natures de maçonnerie adoptées, le cube de chacune d'elles et les dépenses correspondantes :

NOMBRE DES BARRAGES en maçonnerie			CUBE DES MAÇONNERIES				CUBE	DÉPENSE.		
			DE	AVEC MORTIER			TOTAL			
de mortier.	mixte.	de pierre sèche.	PIERRE sèche.	ordinaire.	de moellons piqués.	de pierre de taille.	par genre.	de l'entreprise.	de la régie.	TOTALE.
			m .c.	m. c.	m. c.	m. c.	m. c.	fr.	fr.	fr.
9	»	»		1,763	289	107	2,159	44,766	4,769	49,535
»	35	»	6,603	4,946	»	346	11,894	162,878	34,719	197,597
»	»	1	300	»	»		300	3,000	298	3,298
TOTAUX.			6,903	6,709	289	453	14,353	210,644	39,786	250,430

De l'examen de ce tableau on peut déduire les observations ci-après :

En laissant de côté les dépenses de la régie qui sont aléatoires et ne tenant compte que de la dépense des entreprises, on obtient :

Pour prix moyen du mètre cube dans les barrages en maçonnerie de mortier. . . . . 20 fr. 70
Pour prix moyen du mètre cube dans les barrages en maçonnerie mixte. 13 70
Pour prix moyen du mètre cube dans les barrages en maçonnerie de pierre sèche 11 00

Ces prix sont analogues à ceux qu'ont fournis les travaux du torrent du Bourget (note H, page 494) sauf le prix du mètre cube de la maçonnerie mixte qui lui est ici inférieur de 1 fr. 46. Cette diminution provient des plus grandes dimensions données aux barrages dans d'autres torrents. On conçoit en effet que plus un barrage mixte est grand, plus la proportion de la pierre sèche à la maçonnerie de mortier augmente de son côté, ce qui tend ainsi à diminuer le prix moyen du mètre cube.

Dans ces prix sont comprises toutes les dépenses de fouilles pour fondations et de transport des déblais à 25 mètres de distance.

NOTE L

LÉGENDES DES PLANCHES DE *L'ICONOGRAPHIE DU REBOISEMENT DES MONTAGNES*

Par E. DE GAYFFIER, Conservateur des Forêts.

(Voir l'avertissement de la 2e édition, page XVIII)

Pl. I. — **Sources du Torrent du Buech,** *territoire de Lus-la-Croix-Haute* (Drôme). — Grand paysage alpestre. — Correction d'un ravin par des branchages clayonnés. — *Clappes* ou *casses*. — Page 32.

Pl. II. — **Torrent de Mallefosse,** *près de Briançon* (Hautes-Alpes). — Vue panoramique de la haute vallée de la Durance. — Torrent simple du 2e genre. — Bassin de réception. — Canal d'écoulement. — Cône de déjection. — Pages 15, 16, 18, 28.

Pl. III. —**Bassin de l'Ubaye,** *vallée de Barcelonnette* (Basses-Alpes). — Vue d'ensemble du bassin de réception du torrent de Gaudissart, et des grandes combes de Riouchanal. — Torrents simples du 3e genre. — Pages 15, 16, 28, 414.

Pl. IV. — **Torrent de Laou d'Esbas,** *vallée de la Pique, près Bagnères de Luchon* (Haute-Garonne). — Torrent simple du 3e genre de formation récente. — Bassin de réception. — Canal d'écoulement. — Cône de déjection. — Pages 15, 16, 28.

Pl. V et VI. — **Torrents de l'Ubac et de Valauria,** *territoire de Théus* (Hautes-Alpes). — *Combes* dans les dépôts glaciaires. — *Demoiselles*. — Plantations par bandes clayonnées. — Pages 18, 35, 284.

Pl. VII. — **Territoire du Curusquet** (Basses-Alpes). — Effets de l'affouillement dans les marnes du lias dites *terres noires*. — Formation des *combes*. — Plantations par touffes. — Chemins et sentiers. — Pages 35, 284, 325.

Pl. VIII. — **Torrent de Pontis,** *près de Barèges* (Hautes-Pyrénées). — Origine d'un torrent du 3e genre composé. — Bassin de réception. — Canal d'écoulement. — Cône de déjection. — Pages 15, 16, 28.

Pl. IX, X, XI. — **Torrent du Gô**, *vallée d'Astau* (Haute-Garonne). — Ravins de Batals et de Badech. — Formation des torrents. — Cônes d'éboulis. — Pages 12 à 33.

Pl. XII. — **Torrent du Rif-fol**, *vallée du Drac* (Isère). — Torrent du 2e genre composé. — Barrages en pierre sèche. — Digues. — Plantations par bandes alternes clayonnées. — Chemins et sentiers. — Pages 18, 61, 84, 289, 325.

Pl. XIII. — **Torrent de Saint-Antoine**, *vallée de La Romanche, près du Bourg d'Oisans* (Isère). — Torrent simple du 2e genre. — *Combe* dans les marnes liasiques. — Barrages en pierre sèche. — Plantations par potêts dans les berges. — Pages 18, 61, 84, 289.

Pl. XIV. — **Combe Saint-Bernard**, *vallée de l'Ubaye, territoire de Saint-Pons* (Basses-Alpes). — Correction de ravins. — Grands clayonnages à longrines moisées et à double parement. — Fascinages de 1er et de 2e ordre. — Plantations en cordons. — Pages 18, 60, 62, 97, 103, 296.

Pl. XV et XVI. — **Torrent des Sanières**, *vallée de l'Ubaye, près de Barcelonnette* (Basses-Alpes). — Torrent du 2e genre. — Chantiers de construction d'un contre-barrage en maçonnerie mixte. — Clappes. — Pages 16, 32, 71.

Pl. XVII, XVIII, XIX, XX. — **Torrent du Bourget**, *vallée de l'Ubaye, près de Barcelonnette* (Basses-Alpes). — Berges en éboulement. — Grands travaux de consolidation et de correction. — Barrages en voûte, en maçonnerie de mortier. — Clayonnages longitudinaux et transversaux. — Fascinages vivants. — Atterrissements plantés. — Berges reboisées. — Pages 37, 68, 69, 71, 77, 83, 87, 104, 106, 183.

Pl. XXI. — **Ravin de Rata**, *torrent du Bourget* (Basses-Alpes). — Consolidation de berges en éboulement dans des terrains de transport. — Correction d'un ravin. — Barrages rustiques en pierre sèche. — Barrage rectiligne en maçonnerie. — Clayonnages de 1er ordre à longrines encastrées. — Pages 37, 60, 61, 70, 83, 84, 100.

Pl. XXII et XXIII. — **Torrent de La Valette**, *vallée de l'Ubaye, près de Barcelonnette* (Basses-Alpes). — Torrent du 3e genre. — Berges de marnes noires en éboulement. — Atterrissement. — Grand barrage de retenue en maçonnerie mixte et à couronnement polygonal. — Pages 37, 52, 69, 71, 82.

Pl. XXIV. — **Torrent du Labouret**, *bassin de la Bléone* (Basses-Alpes). — Système complet de travaux de correction, de consolidation et de reboisement aujourd'hui terminés. — Barrages en pierre sèche. — Grands clayonnages et fascinages vivants. — Atterrissements plantés en hautes tiges. — Plantations par touffes. — Chemins et sentiers. — Pages 60, 61, 71, 284, 298.

Pl. XXV. — **Torrent de Vachères**, *vallée de la Durance, près d'Embrun*

(Hautes-Alpes). — Grands barrages rectilignes en maçonnerie de mortier hydraulique. — Cuvette à fond plat ébrasée vers l'amont. — Armature en fer du couronnement. — Pages 69, 83.

Pl. XXVI. — **Torrent de Sainte-Marthe,** *vallée de la Durance, près d'Embrun* (Hautes-Alpes). — Grand barrage en pierre sèche à parement rectiligne à l'amont. — Plantations de hautes tiges sur banquettes horizontales, après écrêtement des berges. — Pages 69, 71, 293.

Pl. XXVII, XXVIII, XXIX. — **Torrent du Rieulet,** *val de Bastan près de Barèges* (Hautes-Pyrénées). — Atterrissements en cône de déjections. Série de barrages de retenue. — Grand barrage exhaussé. — Plantations avec clayons dans les berges. — Pages 52, 114, 121, 289.

Pl. XXX. — **Torrent de Saint-Pancrace,** *vallée de la Durance* (Hautes-Alpes). — Épi. — Digue longitudinale. — Plantation par banquettes horizontales après écrêtement des berges. — Pages 93, 293.

Pl. XXXI. — **Territoire du Curusquet** (Basses-Alpes). — Comblement artificiel des petits ravins dans les marnes de lias. — Fascinages vivants à une fascine. — Seuils. — Page 63.

Pl. XXXII. — **Torrent de l'Hermitane,** *vallée de la Durance, près de Remollon* (Hautes-Alpes). — Barrage en pierre sèche. — Atterrissement planté en hautes tiges. — Berges écrêtées et reboisées par banquettes horizontales. — Pages 71, 293, 298.

Pl. XXXIII. — **Bassin du torrent du Buech,** *versant de Fontbelle, près de Lus-la-Croix-Haute* (Drôme). — Barrages rustiques en pierre sèche dans les ravins. — Plantation par touffes sur bandes horizontales préparées. — Pages 71, 191, 284.

Pl. XXXIV. — **Torrent de Villard,** *territoire d'Entraigues* (Isère). — Sol préparé par banquettes horizontales. — Barrages rustiques. — *Demoiselles.* — Pages 35, 71, 293.

Pl. XXXV, XXXVI. — **Territoire de Seyne,** *montagne du Travers de la Colle* (Basses-Alpes). — *Clappes* plantées. — Semis et plantations d'essences diverses par touffes, à la pioche. — Chemins et sentiers. — Pages 32, 233, 284, 325.

Pl. XXXVII, XXXVIII, XXXIX, XL. — **Val du Bastan,** *près de Barèges* (Hautes-Pyrénées). — Vue panoramique de la montagne de Lac-Grand. — Murs de soutènements horizontaux en gradins. — Banquettes horizontales clayonnées et plantées. — Banquettes, Rigoles. — Pages 120, 289.

Pl. XLI, XLII. — **Hôtellerie de Venasque,** *près de Bagnères-de-Luchon* (Haute-Garonne). — Fruitières. — Gazonnements. — Page 322.

Pl. XLIII. — **Fruitière de Calmill,** *vallée de la Barguillière, près de Foix* (Ariège). — Pâturages améliorés. — Page 322.

Pl. XLIV. — **Torrent de Riou-Bourdoux,** *territoire de Saint-Pons, vallée de Barcelonnette* (Basses-Alpes). — Vue téléiconographique. — Torrent composé du 1er genre. — Bassin de réception. — Canal d'écoulement. — Cône de déjections. — Chemins d'accès. — Pages 15, 16, 18, 19, 28, 29, 325.

Pl. XLV. — **Torrent du Bourget,** *vallée de l'Ubaye, près Barcelonnette* (Basses-Alpes). — Vue téléiconographique. — Torrent du 2e genre composé. — Bassin de réception. — Canal d'écoulement. — Cône de déjections. — Chemins et sentiers. — Pages 15, 16, 17, 18, 28, 325.

Pl. XLVI. — **Torrent de Faucon,** *vallée de l'Ubaye, près Barcelonnette* (Basses-Alpes). — Vue téléiconographique. — Torrent composé du 2e genre. — Bassin de réception. — Canal d'écoulement. — Cône de déjection. — Réseau de chemins d'accès. — Pages 15, 16, 17, 28, 325.

Pl. XLVII. — **Torrent des Sanières,** *vallée de l'Ubaye, près Barcelonnette* (Basses-Alpes). — Vue téléiconographique. — Torrent composé du 2e genre. — Bassin de réception. — Grange. — Cône de déjections. — Chemins et sentiers. — Pages 15, 16, 18, 42, 325.

TABLE DES FIGURES

DU TRAITÉ DU REBOISEMENT DES MONTAGNES ET DES PLANCHES DE L'ICONOGRAPHIE DU REBOISEMENT

Les lignes composées en caractère ordinaire, indiquent les figures du *Traité du Reboisement*; les légendes en italique sont celles des planches de l'*Iconographie*, par M. de GAYFFIER.

Figures.		Pages.
	Affouillement. — Pl. V, VI, VII, XVII.	
80	Armature d'un pluviomètre.	343
92, 94	Aspect de la lave sur le barrage de Riouchanal.	418
	Astau (vallée d'). — Pl. IX.	
	Atterrissements. — Pl. XVIII, XXII, XXIV, XXVII, XXVIII, XXXII.	
50	Avalanches (couloir d').	119
51	Avalanches (tournes contre les).	119
	Badech (ravin de). — Pl. XI.	
	Bagnères-de-Luchon. — Pl. IV.	
	Bandes alternes. — Pl. XII.	
	Bandes horizontales. — Pl. XXXIII, XXXIV.	
67	Banquette horizontale (coupe d'une).	293
	Banquette (plantation par). — Pl. XXVI, XXX, XXXII, XXXIV.	
	Barcelonnette (vallée de). — Pl. III, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XLIV, XLV.	
	Barèges (environs de) (Hautes-Pyrénées). — Pl. XXXVII, XXXVIII, XXXIX, XL.	
	Barrages en pierre sèche. — Pl. XIII, XIV, XXII, XXII, XXIV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXXII, XXXIII, XXXIV.	
18	Barrage avec couronnement à section polygonale. . . .	69
101, 102, 103, 104	Barrage en gradins dans le torrent de Faucon.	472 et 473
25	Barrage en maçonnerie mixte (coupe d'un).	73
23	Barrage en maçonnerie mixte (élévation d'un).	72
26	Barrage en maçonnerie mixte (plan des longueurs développées).	73
24	Barrage en maçonnerie mixte (plan d'un).	72
19	Barrage à parement aval vertical (coupe d'un).	69
	Barrage en maçonnerie mixte. — Pl. XV, XVI, XXII.	

Figures.		Pages.
22	Barrage rectiligne.	70
49	Barrage de retenue (comparaison de différents systèmes de).	118
	Barrage en maçonnerie de mortier. — Pl. XVII, XVIII, XX, XXI, XXII, XXV.	
52	Barrage de retenue exhaussé.	121
53	Barrage de retenue en gradins.	123
27, 28, 29	Barrage rustique, élévation, plan et coupe.	84
21	Barrage en voûte à ailes rectilignes.	70
20	Barrage en voûte à parement amont cylindrique (plan d'un).	69
17	Barrage en voûte à parement amont rectiligne (coupe d'un).	68
16	Barrage en voûte à parement amont rectiligne (élévation d'un).	68
15	Barrage en voûte à parement amont rectiligne (plan d'un).	68
73, 74	Barrière en bois.	333
75, 76	Barrière en fil de fer galvanisé.	334
	Bastan (val du). — Pl. XXVII, XXVIII, XXIX, XXXVII, XXXVIII, XXXIX, XL.	
	Bassin de réception. — Pl. II, III, IV, VIII, XLIV, XLV, XLVII.	
	Batals (ravin de). — Pl. X.	
63	Binette.	227
	Bléone (vallée de la). — Pl. XXII.	
85	Blocs s'élevant au-dessus de la lave.	407
81, 82	Boîte du pluviomètre pour la neige.	344
	Bourg d'Oisans (Isère). — Pl. XIII.	
	Bourget (torrent du). — Pl. XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XLV.	
13	Bourget (plan de la section inférieure du torrent du). .	65
15	Bourget (profil en long de la section inférieure du torrent du).	65
1	Bourget (vue du torrent du).	17
	Briançon (environs de). — Pl. II.	
93	Brèche ouverte dans le barrage de Riouchanal.	418
	Buech (torrent du). — Pl. I, XXXIII.	
	Canal d'écoulement. — Pl. II, III, IV, VIII, XLIV, XLV, XLVII.	
60, 61, 62	Caisse pour la conservation des graines.	219
	Casses. — Pl. I, IX, X, XI, XV, XXXV, XXXVI.	
	Chamoussière (ravin de). — Pl. V.	
	Chemins. — Pl. VII, XII.	
	Clappes. — Pl. I, IX, X, XI, XV, XXXV, XXXVI.	

Figures.		Pages.
	Clayonnages. — Pl. XIV, XVIII, XX, XXI, XXIV, XXVIII, XXIV, XXXVII, XXXVIII, XXXIX.	
	Clayons (bandes clayonnées). — Pl. V, XII.	
33	Clayonnage longitudinal (détail de la construction d'un)	91
42	Clayonnage de 1er ordre à longrines encastrées. . . .	100
40, 41	Clayonnage de 1er ordre à longrines moisées, élévation et coupe en long	97
39	Clayonnage de 1er ordre à longrines moisées, plan. . .	96
43	Clayonnages de 1er et de 2e ordre (plan d'une série de).	101
44	Clayonnages de 1er ordre (profil en long entre deux). .	102
12	Clayonnages sur une pente donnée (emplacement des).	60
34	Clayonnage transversal dans le torrent du Bourget, (coupe d'un)	91
	Combe. — Pl. III, V, VII, XII, XIII, XIV.	
3	Combe de l'Illgraben (plan de la)	20
49	Comparaison de différents systèmes de barrages de retenue.	118
57, 58, 59	Concasseur 212	213
	Cône de déjection. — Pl. II, IV, VIII, XLIV à XLVII.	
11	Cône de déjection d'un torrent idéal (coupe en travers du)	27
	Consolidation (travaux de). — Pl. I, XIV, XXI, XXIV.	
	Cordons (plantation en). — Pl. XIV.	
69, 70, 71, 72	Cordons (plantation en), après la 1re, la 2e, la 3e et la 4e année.	296
68	Cordons (plantation en)	294
	Correction (travaux de). — Pl. I, XIV, XXI, XXIV.	
50	Couloir d'avalanches avec tournes.	119
67	Coupe d'une banquette horizontale.	293
19	Coupe d'un barrage a parement aval vertical.	69
17	Coupe d'un barrage en voûte à parement amont rectiligne.	68
38	Coupe en long du barrage n° 3 du torrent du Bourget.	92
11	Coupe en travers du cône de déjection d'un torrent idéal.	27
47, 48	Coupe de drains de 1er et de 2e ordre.	111
97, 98, 99, 100	Coupe, élévation et plan du grand barrage n° 1 du torrent de Rioubourdoux (Basses-Alpes).	467
18	Couronnement à section polygonale d'un barrage. . . .	69
	Curusquet (territoire du). — Pl. VII.	
	Demoiselles. — Pl. V, VI, XXXIV.	
33	Détail de la construction d'un clayonnage longitudinal.	91
54, 55	Dépôts (place de).	126
	Dépôts glaciaires. — Pl. V, VI.	
	Digue. — Pl. XXX.	
68	Disposition des plantations en cordons.	294

Figures.		Pages.
	Drac (vallée du). — Pl. XII.	
46	Drainages (plan de).	110
47, 48	Drains de 1er et de 2e ordre (coupe de).	111
	Durance (vallée de la). — Pl. II, XXV, XXVI, XXX, XXXII.	
	Éboulements. — Pl. V, VI, VII, XVII, XXI, XXII, XXIII.	
	Éboulement du Riouchanal (plan de l').	117
	Éboulis (cônes d'). — Pl. IX, X, XI.	
	Écrêtements. — Pl. XXVI, XXX, XXXII.	
23	Élévation d'un barrage en maçonnerie mixte.	72
16	Élévation d'un barrage en voûte à parement amont rectiligne.	68
	Embrun (environ d'). — Pl. XXV, XXVI.	
12	Emplacement des clayonnages sur une pente donnée. .	60
	Entraigues (périmètre d'). — Pl. XXXIV.	
	Épi. — Pl. XXX.	
52	Exhaussement d'un barrage de retenue.	121
	Fascinages. — Pl. XIV, XXXI.	
45	Fascinages de 1er ordre.	104
88, 89, 90	Flux d'eau passant sur la lave. 408,	409
	Fontbelle (versant de). — Pl. XXXIII.	
	Fruitières. — Pl. XLI, XLII, XLIII.	
	Gaudissart (torrent de). — Pl. III.	
	Gazonnement. — Pl. XLI, XLII, LXIII.	
	Glissements. — Pl. V, VI, VII, XVII, XVIII, XIX.	
	Gô (torrent du). — Pl. IX, X, XI.	
	Gradin (mur en). — Pl. XXXIX.	
53	Gradins (barrages de retenue en).	123
60, 61, 62	Graines (caisse à).	219
64, 65	Hache-prés.	240
	Hermitane (torrent de l'). — Pl. XXXII.	
3	Illgraben (plan de la combe de).	20
	Labouret (plan du Périmètre du). — Planche en couleur.	
	Labouret (torrent du). — Pl. XXIV.	
	Lac-Grand (montagne du). — Pl. XXXVII.	
	Laou d'Esbas (torrent de). — Pl. IV.	
83	Lave avec blocs en avant (profil en long d'une).	406
84	Lave avec barrage momentané.	407
92, 94	Lave sur le barrage de Riouchanal (aspect de la). . . .	418
85	Lave (blocs s'élevant au-dessus de la).	407
87	Lave descendante (profil en travers d'une).	408

Figures.		Pages.
88, 89, 90	Lave (flux d'eau passant sur la).	408, 409
86	Lave montante (profil en travers d'une).	408
95	Lave du Riouchanal, profils en long successifs.	409
	Lit de déjection. — Pl. II, III, IV, XLIV, XLV, XLVII.	
	Lus-la-Croix-Haute (territoire de). — Pl. I, XXXIII.	
	Mallefosse (torrent de). — Pl. II.	
94	Marche de la lave sur le barrage de Riouchanal. . . .	418
	Marnes calloviennes (terres noires). — Pl. XXII, XXIII.	
	Marnes liasiques. — Pl. VI, XXXI.	
	Murs en gradins. — Pl. XXXIX.	
36 et 37	Murs en ailes et radiers du barrage n° 3 du torrent du Bourget (coupe des)	92
	Pesson (montagne du). — Pl. XLII.	
	Pâturages. — Pl. XLI, XLII, XLIII.	
105	Périmètre de Faucon (plan du).	484
2	Périmètre de Saint-Pons (plan du)	19
56	Pic (pioche à).	186
56	Pioche à pic.	186
	Pique (vallée de la). — Pl. IV.	
54 et 55	Place de dépôts.	126
35	Plan du barrage n° 3, et des ouvrages accessoires, dans le torrent du Bourget.	91
20	Plan d'un barrage en voûte à parement amont cylindrique.	69
15	Plan d'un barrage en voûte à parement en amont rectiligne.	68
3	Plan de la combe de l'Illgraben (Valais).	20
46	Plan de drainages.	110
91	Plan de l'éboulement du Riouchanal.	417
105	Plan du périmètre de Faucon.	484
2	Plan du périmètre de Saint-Pons.	19
30	Plan d'une section du torrent du Bourget *avant* les travaux.	88
31	Plan de la même section *après* les travaux.	89
13	Plan de la section inférieure du torrent du Bourget. . .	56
43	Plan d'une série de clayonnage de 1er et de 2e ordre. .	101
10	Plan d'un torrent idéal.	23
96	Plan du torrent des Sanières	421
69, 70, 71, 72	Plantation en cordons après la 1re, la 2e, la 3e et la 4e année.	296
68	Plantations en cordons (disposition des).	294
	Plantations. — Pl. V, VII, XII, XIII, XIV, XVIII, XIX, XXIV, XXVI, XXVIII, XXIX, XXXI, XXXII, XXXIII, XXXX, XXXVI.	

Figures.		Pages.
66	Plantoir en fer.	270
80	Pluviomètre (armature d'un).	343
77, 78, 79	Pluviomètre de l'Association scientifique de France . .	342
81, 82	Pluviomètre, boîte pour la neige	344
	Pontis (torrent de). — Pl. VIII.	
83	Profil en long d'une lave avec blocs en avant	406
44	Profil en long entre deux clayonnages de 1er ordre. . .	102
87	Profil en travers d'une lave descendante.	408
86	Profil en travers d'une lave montante.	408
95	Profils en long successifs de la lave de Riouchanal. . .	419
14	Profil en long de la section inférieure du torrent du Bourget.	65
32	Profil en long d'une section du torrent du Bourget avec la coupe des ouvrages.	90
4	Profil en long d'un torrent idéal.	23
5, 6, 7, 8, 9	Profils en travers successifs d'un torrent idéal.	27
36, 37	Radiers et murs en ailes du barrage n° 3 du torrent du Bourget (coupe des).	92
	Rata (ravin de). — Pl. XXI.	
	Rémollon (périmètre de). — Pl. XXXII.	
	Rieulet (torrent de). — Pl. XXVII, XXVIII, XXIX.	
	Rif-fol (torrent de). — Pl. XII.	
	Rigoles (banquettes-rigoles). — Pl. XL.	
	Riou-Bourdoux (périmètre de). — Pl. XLIV.	
	Riou-Chanal (combes de). — Pl. III.	
	Romanche (vallée de la) — Pl. XIII.	
2	Saint-Pons (plan du périmètre de).	19
	Saint-Antoine (torrent de). — Pl. XIII.	
	Saint-Bernard (combe). — Pl. XIV.	
	Sainte-Marthe (torrent de). — Pl. XXIV.	
	Saint-Pons (torrent de). — Pl. XIV, XLIV.	
	Sanières (torrent des). — Pl. XV, XVI, XLVII.	
13	Section inférieure du torrent du Bourget (plan de la). .	65
14	Section inférieure du torrent du Bourget (profil en long de la).	65
43	Série de clayonnages de 1er et de 2e ordre (plan d'une).	101
	Seuils. — Pl. XXXI.	
	Seyne (périmètre de). — Pl. XXXV, XXXVI.	
	Terres noires (marnes calloviennes). — Pl. VII, XXII, XXIII.	
	Thèus (territoire de). — Pl. V.	
	Torrents simples. — Pl. II, XII, XLV, XLV, XLVII.	

Figures.		Pages.
	Torrents composés. — Pl. XLIV.	
38	Torrent du Bourget, coupe en long du barrage n° 3 avec ouvrages accessoires.	92
34	Torrent du Bourget, coupe d'un clayonnage transversal.	91
36 et 37	Torrent du Bourget (coupes du radier et des murs en aile du barrage n° 3 dans le).	92
35	Torrent du Bourget (plan du barrage n° 3 avec ses ouvrages accessoires dans le)	91
14	Torrent du Bourget (plan de la section inférieure du).	65
30	Torrent du Bourget avant les travaux (plan d'une section du).	88
31	Torrent du Bourget après les travaux (plan d'une section du).	89
32	Torrent du Bourget, profil en long d'une section corrigée, et coupe des ouvrages.	90
14	Torrent du Bourget (profil en long de la section inférieure du).	65
1	Torrent du Bourget (vue du).	17
101, 102, 103, 104	Torrent de Faucon, barrages en gradins. . . . 472 et	473
11	Torrent idéal (coupe en travers du cône de déjections d'un).	27
10	Torrent idéal (plan d'un).	23
3	Torrent idéal (profil en long d'un).	23
5, 6, 7, 8, 9	Torrent idéal (profils en travers successifs d'un). . . .	27
97, 98, 99, 100	Torrent du Rioubourdoux (Basses-Alpes) coupe, élévation et plan du grand barrage n° 1.	467
96	Torrent des Sanières (plan du)	421
	Touffes (plantation par). — Pl. VII.	
51	Tournes contre les avalanches.	119
1	Vue du torrent du Bourget.	17
	Venasque (hôtellerie de). — Pl. XLI.	
	Vachères (torrent de). — Pl. XXV.	
	Valauria (torrent de). — Pl. V.	
	Valette (torrent de la). — Pl. XXII, XXIII.	
	Villard (torrent de). — Pl. XXXIV.	
	Ubac (torrent de l'). — Pl. V et VI.	
	Ubaye (vallée de l'). — Pl. III, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XLV, XLVI, XLVII.	

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

AVEC INDICATION DES FIGURES

Figures.		Pages.
	Acquisitions	45
	Action des torrents dans l'étendue de leur cours	18
	Affouillement	35
	Affouillement longitudinal et latéral	47
	Ailanthe glanduleux	165
	Alisiers	160
	Amélanchier	165
	Amélioration des pâturages	321, 390
	Aménagement des travaux	370
	Applications du dendromètre Bouvart	327
	Aqueduc ou pertuis	73
	Arrachage des plants en pépinière	259
	Argousier	165
	Atterrissements	52
	Atterrissements (traitement des)	54
	Atterrissements (plantation des)	298
	Aubépine	165
	Aune	162
	Avalanches	115
	Avantages de la maçonnerie mixte dans les barrages	75
	Bandes alternes horizontales	187
	Bandes brisées	187
67	Banquettes horizontales	293
	Barrages et clayonnages (résultat de leur emploi)	57
15, 16, 17	Barrages en voûte, à parement amont rectiligne, type 1	68
18	Barrage modèle n° 2 (couronnement d'un)	69
19	Barrage à parement aval vertical (coupe d'un)	69
20	Barrage en voûte, modèle n° 4, type 2	69
21	Barrage en voûte, modèle n° 6, type 3	70
22	Barrage rustique, modèle n° 7, type 4	70
	Barrages (choix des types à préférer dans les)	78
27, 28, 29	Barrages rustiques	61, 84
	Barrages en bois	95

Figures.		Pages.
	Barrages vivants	59
23, 24, 25, 26	Barrages en maçonnerie mixte	72, 73
	Barrages (épaisseur à donner aux	80
	Barrages (fondations des)	82
49	Barrages de retenue	113, 118
52	Barrage de retenue exhaussé	121
53	Barrage de retenue en gradins	123
73, 74	Barrières en bois	333
75, 76	Barrières en fil de fer galvanisé	334
	Bassin de réception d'un torrent	15
	Banche	244
	Béche coupe-pivot	263
	Binages	262
63	Binette	227
	Bornage et délimitation	323
	Bouleaux	161
	Bouturage en pépinière	270
	Boutures (plantation de)	299
	Bugrane	165
	Buis	165
60, 61, 62	Caisse à graines de résineux	219
	Canal d'écoulement	15
	Caroubier	146, 201
	Casuarina equisetifolia	148
	Casses ou Clappes	32
	Causes du soulèvement du sol	189
	Cèdre	164
	Cerisier mahaleb	165
	Cerisier merisier	160
	Charme	164
	Châtaignier	151, 206
	Chemins	325
	Chêne-liège	145, 201
	Chêne pédonculé	149
	Chêne rouvre	149, 205
	Chêne vert ou yeuse	143, 201
	Choix des types à préférer dans les barrages	78
	Choix de la maçonnerie dans les barrages	77
	Chronique des crues successives	336
	Clappes (voir Casses)	32
	Clappes (plantation dans les)	290
	Classification des torrents	16
	Clayonnages enfouis	62
39, 40, 41	Clayonnages à longrines moisées	96

Figures.		Pages.
42, 43, 44	Clayonnages à longrines encastrées	101
33, 34	Clayonnages longitudinaux et transversaux sur les atterrissements	91, 106
	Climats (division des)	132
	Climat général	131
	Climat local	134
	Climat froid ou alpestre	133
	Climat méditerranéen	132
	Climat tempéré	132
	Climat très froid ou alpin	133
3	Combe	20
57, 58, 59	Concasseur pour graines	212
	Conclusion	394
11	Cône de déjection (coupe en travers)	27
	Confection des trous	194
	Conseils aux particuliers qui entreprennent des reboisements	381
	Conséquences de l'extinction des torrents par les travaux obligatoires	393
	Conservation des graines de feuillus	211
	Conservation des graines de résineux	218
	Considérations sur les Hautes et les Basses-Alpes (note G)	474
	Constitution des périmètres	41
97, 98, 99, 100, 101, 102, 103 et 104	Contre-barrages et radiers	91, 467
	Cornouillers	165
68, 69, 70, 71, 72	Cordons de feuillus (plantations en)	295
	Correction des petits ravins dans les marnes liasiques	63
	Correction des torrents (de la)	14
	Correction des torrents à affouillements	47
	Correction des torrents glaciaires et à casses	113
	Correction des ravins	57
	Coudrier noisetier	165
50	Couloir d'avalanches avec tournes	119
	Couronnement des barrages	80
	Crues (chronique des)	336
	Culture du sol (modes de)	185
56	Culture à bras d'homme (outil préférable pour la)	186
	Curage du lit des torrents et des ravins	109
	Cytise des Alpes	165
	Débouchés sur le couronnement de barrages	66
	Déclaration d'utilité publique	45

Figures.		Pages.
	Défends (mise en)	171
	Défoncement du sol	181
	Délimitation et bornage	323
	Dendromètre Bouvart (application du)	327
54, 55	Dépôt (place de)	126
	Disparition des forêts par le fait de l'homme	311
	Division des climats	132
	Division du cours des torrents en trois régions	15
46, 47, 48	Drainages	110
	Éboulements	36
91	Éboulements dans le Riou-Chanal (plan des)	417
	Échelle des climats	132
	Effets de la mise en défends suivant les régions climatériques	174
	Effets du mode de construction des barrages sur leur atterrissement	74
	Effets d'un orage dans le bassin de réception d'un torrent	35
	Effets produits par les eaux	34
	Effets de la végétation sur le sol	38
	Églantier	165
12	Emplacement des barrages de retenue	116
12	Emplacement des barrages vivants sur une pente donnée (formule)	60
	Enherbement	177, 241, 246
96	Enquête sur la lave des Sanières	426
	Entretien des barrages en pierre	347
	Entretien des fascinages et des clayonnages	350
	Entretien des chemins et des barrières	352
	Entretien des semis à demeure	354
	Entretien des pépinières	356
	Entretien des plantations	357
	Épaisseur à donner aux barrages	80
	Épicéa	166, 208
	Épine-vinette	169
	Érables	157
	Esparcette (voir Sainfoin commun)	242
	Espèces de maçonnerie	71
	Essai des graines de résineux	221
	Essences forestières (répartition des)	139
	Essences forestières propres au reboisement dans le climat chaud	140 à 149
	Essences forestières propres au reboisement dans le climat tempéré	149 à 165

Figures.		Pages.
	Essences forestières propres au reboisement dans le climat froid. . . . . 165 à	169
	Essences forestières propres au reboisement dans le climat très froid. . . . . 169 à	170
	Étude d'un projet de périmètre.	44
	Étude des projets de barrages.	64
	Eucalyptus globulus.	148
	Exhaussement des barrages de retenue.	117
	Expédition des plants des pépinières.	274
	Exposition (de l').	134
	Expropriations.	46
	Extinction d'un torrent. 14,	38
45	Fascinages.	104
105	Faucon (monographie du périmètre de).	484
	Fenasse.	244
	Fondations des barrages.	82
	Fonte des neiges.	37
	Forêts (disparition des forêts par le fait de l'homme). .	311
	Formation des laves.	37
	Fosses à terreau.	253
	Frêne commun.	157
	Gazonnement en général (du)	300
	Gel et dégel.	182
	Généralités sur les torrents.	12
	Genêts.	165
	Genévrier sabine.	165
	Glaciers.	114
	Glands (semis de).	227
	Glissements. 37,	112
	Gorge d'un torrent.	15
	Gradins (barrages en).	123
	Graines d'essences feuillues.	209
	Graines d'essences feuillues (conservation des).	211
	Graines d'essences feuillues (tableau synoptique des). .	215
	Graines fourragères (semis de).	243
	Graines de résineux (récolte des).	216
60, 61, 62	Graines de résineux (conservation des).	218
	Graines de résineux (essai des).	221
	Graines de résineux (tableau synoptique des).	225
	Graines de résineux (quantité à semer à l'hectare). 237,	241
	Graines de résineux (quantité à semer à l'are en pépinière).	260
	Grevillea robusta.	148

Figures.		Pages.
64, 65	Hache-prés.	240
	Hauteur des barrages.	66
	Hêtre. 155,	207
	Hydrographie.	335
	Hydrographie (registre d'observations d').	345
	Iconographie du reboisement (note L).	507
	Immersion des graines de résineux.	239
	Influence du gel et du dégel.	182
	Influence de l'exposition.	135
	Influence des vents dominants.	135
	Insectes nuisibles.	359
	Installation des pluviomètres.	339
	Intensité de la lumière (effets de).	137
	Irrigation des semis en pépinières.	262
	Labour en plein.	185
	Labour par bandes alternes.	185
83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90	Lave de 1876 dans le torrent de Faucon.	402
91, 92, 93, 94, 96	Lave de 1876 dans le torrent de Riou-Chanal.	414
95	Lave de 1876 dans le torrent des Sanières.	421
	Limites supérieures de la végétation forestière.	308
	Lit de déjection.	15
	Lumière (effets de l'intensité de la).	135
	Maçonnerie (espèces de).	71
	Maçonnerie mixte (avantages de la).	74
	Marcottages	176
	Marnes du lias à strates dures (correction des ravins dans les).	63
	Mélèze. 167,	208
	Merisier.	160
	Mise en défends.	171
	Modes de culture du sol.	185
	Modes d'emploi des différentes essences dans la région méditerranéenne. . . . . 201 à	205
	Modes d'emploi des différentes essences dans la région moyenne. . . . . 205 à	207
	Modes d'emploi des différentes essences dans les régions alpestre et alpine. . . . . 207 à	209
	Monographie du périmètre de Faucon (note H.)	484

Figures.		Pages.
	Montagnes pastorales	318
	Mousse (emploi de la)	257
	Moyens de combattre la sécheresse du sol	179
	Murs de chute ou barrages	49
	Nécessité d'une zone de défense continue	42
	Neige (semis sur la)	233
	Nombre de barrages nécessaires dans un torrent donné	60
	Nombre de plants à l'are dans les repiquages	269
	Note A. Lave du torrent de Faucon	402
	Note B. Éboulements dans le Riou-Chanal	415
	Note C. Torrent des Sanières, orage en 1876	421
	Note D. Tableau des journées calculées par dixième	435
	Note E. Nomenclature des végétaux spontanés de la vallée de Barcelonnette	436
	Note F. Barrages, contre-barrages et radiers dans le torrent de Riou-Bourdoux et de Faucon (Basses-Alpes)	467
	Note G. Considérations sur les Hautes et les Basses-Alpes	474
	Note H. Monographie du périmètre de Faucon, vallée de l'Ubaye (Basses-Alpes)	484
	Note K. Prix de revient du mètre cube de maçonnerie	504
	Note L. Sommaire des planches de l'Iconographie du reboisement, par E. de Gayffier, conservateur des forêts	507
	Observations hydrographiques	345
	Ordre chronologique des travaux	365
	Ormes	156
56	Outil préférable pour la culture à bras d'homme	186
	Ouvrages divers en maçonnerie	85
	Particuliers (reboisement chez les)	378
	Pâturages de montagne	306
	Pâturages de printemps et d'automne	317
	Pâturages (amélioration des)	321
	Pâturages (régénération des)	320
	Pente limite	25
	Pépinières en général	249
	Pépinières permanentes	250
	Pépinières (préparation du sol dans les)	253
	Pépinières (quantité de graines de résineux à semer à l'are dans les)	260
	Pépinières (semis de feuillus en)	263
	Pépinières (repiquages en)	267

Figures.		Pages.
	Pépinières (bouturages en)	270
	Pépinières (expédition des plants des)	274
	Pépinières volantes	275
	Périmètres (constitution des)	41
105	Périmètre de Faucon (Basses-Alpes) (monographie du).	
	Perrés	94
	Pertuis ou aqueducs dans les barrages	73
	Peupliers	162
	Pin d'Alep	140, 202
	Pin Cembro	169, 208
	Pin à crochets	166, 207
	Pin Laricio d'Autriche ou pin noir	154, 206
	Pin Laricio de Corse	153, 206
	Pin Maritime	142, 201
	Pin Pinier ou pignon	146, 201
	Pin Sylvestre	152, 206
56	Pioche à pic	186
	Pioche (semis de résineux à la)	234
54, 55	Place de dépôts	126
13	Plan d'un torrent	65
	Plançons	299
	Plantations en buttes	184
	Plantations et semis	200
	Plantations à demeure	209
	Plantation en général (de la)	281
	Plantation de résineux par touffes	284
	Plantations (saisons préférables pour les)	288
	Plantation des terrains instables	289
	Plantations dans les clappes	290
67	Plantations par banquettes horizontales	293
68, 69, 70, 71, 72	Plantations en cordons horizontaux	295
	Plantations dans les fonds des ravins	298
	Plantation de feuillus	291
	Plantation des boutures	299
66	Plantoir en fer	270
	Plants en pourrette	265
	Pluies (répartition des)	136
77, 78, 79	Pluviomètres	342
80	Pluviomètres (armature des)	343
81, 82	Pluviomètres (boite des)	344
	Pluviomètres (installation des)	339
	Pourrette (plants en)	265
	Prairies fauchables	315
	Préparation du sol (but de la)	178

Figures.		Pages.
	Préparation du sol par lignes de bandes ou de trous. .	193
	Préparation du sol pour pépinière.	253
	Prix de revient des graines de feuillus. 214,	215
	Prix de revient des graines de résineux.	225
	Prix de revient de l'hectare du semis de résineux à la pioche.	237
	Prix de revient de l'hectare du semis de glands par potets.	231
	Prix de revient de l'hectare de semis de fourragère par potets.	246
	Prix de revient de l'hectare de semis de fourragère à la volée.	247
	Prix de revient de l'hectare de semis de fourragère par sillons horizontaux.	248
	Prix de revient du défoncement du sol à l'are dans la pépinière.	253
	Prix de revient de l'are de labour après défoncement. .	253
	Prix de revient du mètre cube de terreau en fosse.. . .	254
	Prix de revient de l'are de semis de résineux en pépinière.	257
	Prix de revient de l'emploi de la mousse en pépinière à l'are.	257
	Prix de revient des sarclages en pépinière à l'are. . .	258
	Prix de revient de l'irrigation en pépinière à l'are. . .	258
	Prix de revient du mille de jeunes plants résineux en pépinière.	259
	Prix de revient de l'are de semis de glands en pépinière.	263
	Prix de revient du mille de plants de chênes de 3 ans.	264
	Prix de revient du mille de plants feuillus en pourrette.	266
	Prix de revient du rigolage à l'are et au mille de plants.	269
	Prix de revient de la plantation de l'are en boutures. .	272
	Prix de revient du recépage de mille boutures à expédier.	272
	Prix de revient de mille boutures	273
	Prix de revient d'un are de pépinière volante.	279
	Prix de revient de la plantation de mille touffes de résineux.	287
	Prix de revient de l'hectomètre courant d'un drain de 1er et de 2e ordre.	111
	Prix moyen du mètre cube de maçonnerie de mortier (note K).	505
	Prix moyen du mètre cube de maçonnerie mixte. . .	505
	Prix moyen du mètre cube de maçonnerie de pierre sèche.	505
	Profil de compensation.	25
	Profil d'équilibre.	25
14	Profil en long d'un torrent.	65

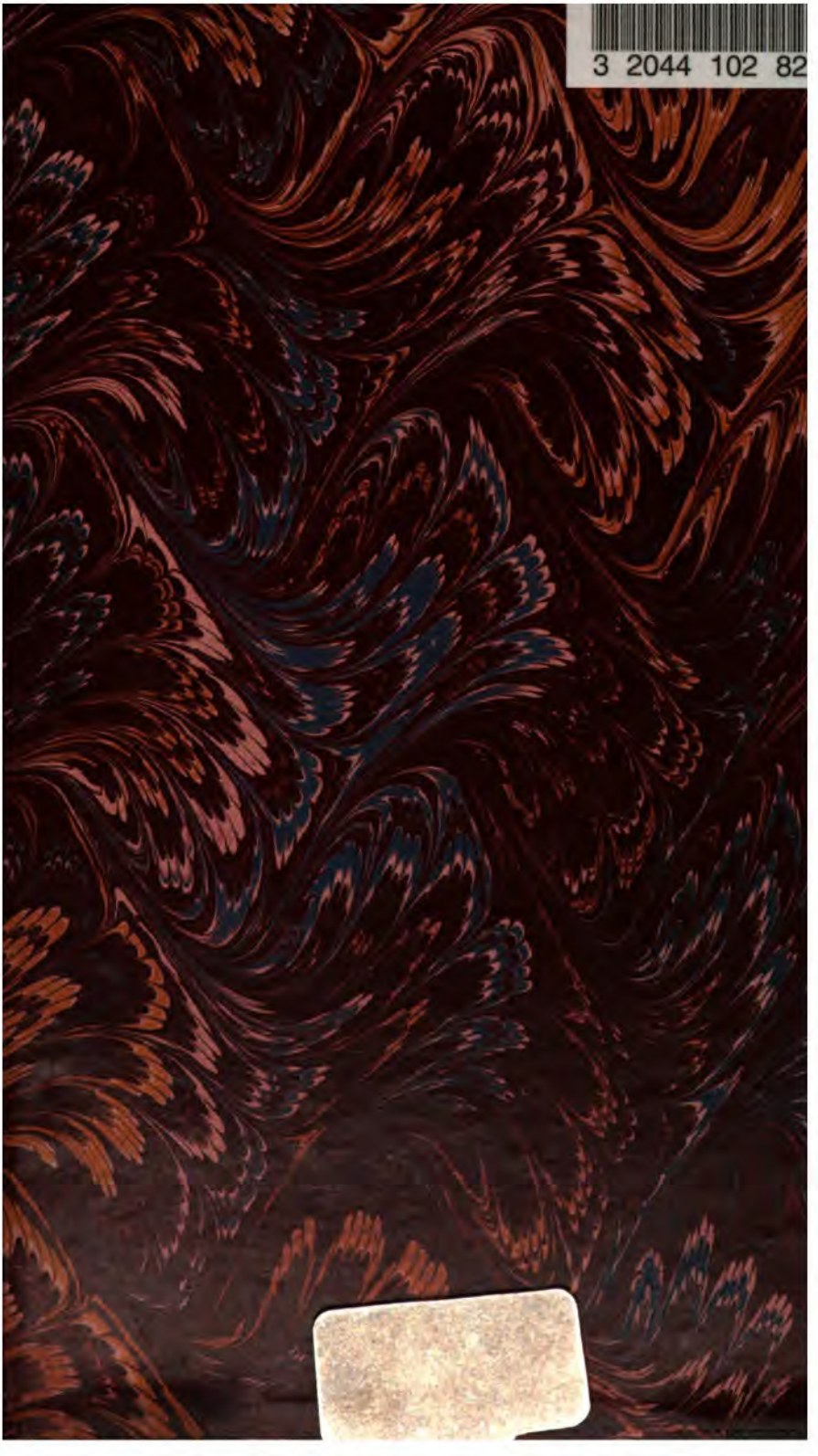
Figures.		Pages.
	Projet de périmètre (étude d'un)	44
	Prunier de Briançon	169
	Puissance de l'affouillement	37
	Qualités germinatives des graines de résineux	221
	Quantité de graines de résineux à semer à l'are en pépinière	260
	Quantité de graines de résineux à semer à l'hectare.	237, 241
	Radiers	85
	Radiers de barrages dans les torrents de Riou-Bourdoux et de Faucon	467
	Ravins (correction des)	58
	Ravins (définition des)	14
	Reboisement en général (du)	127
	Reboisement chez les particuliers (du)	378
	Recépages	175
57, 58, 59	Récolte des graines de feuillus	209
	Récolte des graines de résineux	216
	Régénération des pâturages	320
	Répartition des essences forestières suivant les climats	139
	Répartition des pluies	136
	Repiquages	209
	Repiquages en pépinière (rigolages)	267
	Repiquages (nombre de plants à l'are)	269
	Retenue (barrages de)	113, 118
	Rigolages (voir Repiquages)	209
91	Riou-Chanal (éboulements dans le torrent de)	417
	Rivières	12
	Rivières torrentielles	13
	Robinier	161
	Ruisseaux	13
	Sainfoin commun (esparcette)	242
	Saison préférable pour les semis de résineux	231
	Saison préférable pour les plantations	288
96	Sanières (enquête sur la lave des)	426
	Sapin	155, 207
	Sarclages	262
	Saules	163
	Sécheresse du sol (moyen de la combattre)	179
	Section du débouché d'un barrage	66
	Semis et plantation en général	200
	Semis à l'araire	226
63	Semis à la binette	227
	Semis du chêne	227

Figures.		Pages.
	Semis à la pioche. 228,	235
	Semis à la volée.	231
	Semis par potets.	231
	Semis sur la neige.	233
	Semis de résineux (saison à préférer pour les).	238
	Semis de résineux à la hache-prés.	240
	Semis de résineux (immersion des graines).	239
	Semis de graines fourragères pour enherbement. . . .	246
	Semis de graines de feuillus (tableau synoptique des). .	266
	Semis en pépinière.	257
	Sentiers.	325
	Situation d'un lieu.	134
	Sol (préparation du).	178
	Sols (des)	138
	Sorbiers.	159
	Soulèvement (causes du).	182
	Subvention pour l'amélioration des pâturages.	390
	Surfaces cultivées par hectares suivant les modes de préparation du sol.	191
	Tableau des surfaces cultivées par hectare selon les modes de préparation du sol.	191
	Tableau des graines de feuillus	215
	Tableau des graines de résineux.	225
	Tableau des semis de feuillus en pépinière.	266
	Tableau du nombre de plants à l'are de repiquage. . .	269
	Tableau des valeurs des journées calculées par dixième.	435
	Talutage des berges.	109
	Terreau..	253
	Tilleuls.	159
	Topographie..	324
	Torrents (les).	13
	Torrents éteints..	14
	Torrents en activité.	14
	Torrents (leur classification)	16
1	Torrent composé.	17
2	Torrents simples et torrents composés.	19
4, 10	Torrent idéal, profil en long et plan.	22
5, 6, 7, 8, 9,	Torrent idéal, profils en travers successifs.	27
	Torrents à affouillements.	32
	Torrents à casses.	33
	Torrents glaciaires	33
	Torrents (leur travail dans le sein de la montagne) . .	34
30	Torrent (section d'un) avant les travaux.	88
31	Torrent (section d'un) après les travaux..	89

Figures.		Pages.
32	Torrent (section d'un), profil en long	90
33, 34	Torrent (section d'un), détail de la construction des clayonnages	91
35, 36, 37, 58	Torrent (section d'un), détail de la construction d'un barrage, avec radier, contre-barrage et mur de revêtement.	92
	Touffes (plantation par)	284
51	Tournes contre les avalanches	119
	Tracé de la zone de défense	41
	Transhumants (troupeaux)	318
	Transport en masse	23
	Travail du torrent dans le sein de la montagne	34
	Travaux de correction, leur but	48
	Travaux complémentaires	109
	Travaux (aménagement des)	370
	Travaux facultatifs chez les particuliers	377
	Travaux facultatifs dans les communes	388
	Travaux (ordre chronologique des)	365
	Triage des matériaux (loi du)	22
	Troupeaux transhumants et indigènes	318
	Trous (préparation du sol par)	189
15 à 22	Types divers des barrages	68, 70
	Végétation forestière (limites de la)	308
	Vents dominants (influence des)	135
	Volée (semis à la)	231
	Zone de défense	41
	Zones climatériques	132

FIN DE L'OUVRAGE.

Paris. — Typ. G. Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 9902


3 2044 102 82